

**Postęp cywilizacyjny
– stan obecny i perspektywy**

Postęp cywilizacyjny – stan obecny i perspektywy

Redakcja:
Monika Maciąg
Filip Polakowski

Lublin 2016

Recenzenci:

- prof. dr hab. Jolanta Szymańska
- dr hab. Anna Pacian
- dr hab. Jolanta Jaroszuk-Ścisiel
- dr Artur Banach
- dr n. tech. Tomasz Cieplak
- dr n. med. Małgorzata Gierszewska
- dr Radosław Harabin
- dr Mariola Janiszewska
- dr inż. Wioletta Krawczyńska
- dr inż. Krzysztof Lutosławski

Wszystkie opublikowane rozdziały otrzymały pozytywne recenzje.

Skład i łamanie:

Ilona Żuchowska

Projekt okładki:

Marcin Szklarczyk

© Copyright by Wydawnictwo Naukowe TYGIEL sp. z o. o.

ISBN 978-83-65598-40-0

Wydawca:

Wydawnictwo Naukowe TYGIEL sp. z o. o.

ul. Głowackiego 35/341, 20-060 Lublin

www.wydawnictwo-tygiel.pl

Spis treści

Monika Torczyńska

Kryzys wartości i kultury europejskiej w myśli społecznej José Ortegi y Gasset.....7

Remigiusz Żulicki

Big Data – nowa wiedza?19

Dorota Rogala, Kinga Sobieralska-Michalak, Karolina Rucińska

Hospicjum perinatalne jako alternatywa dla aborcji32

Katarzyna Przybylska, Agnieszka Borkowska

Choroby zakaźne a szczepienia41

Barbara Łasut, Małgorzata Poręba, Rafał Paweł Kampa

„Brakujące ogniwo terapii genowej w leczeniu nowotworów” – innowacyjne metody chemiczne w transporcie leku61

Zofia Kula, Anna Laska, Hieronim Szymanowski

Wpływ środków abrazyjnych wykorzystywanych w profilaktyce stomatologicznej na szkliwo zębów73

Beata Kocyan, Anna Knapik, Diana Sikora

Wykorzystanie metod chromatograficznych w diagnostyce zatruc82

Joanna Harasym, Ludmiła Bogacz-Radomska

Barwniki w żywności – historia wykorzystania, obecne źródła i perspektywy89

Joanna Harasym, Ludmiła Bogacz-Radomska, Remigiusz Ołędzki

Postęp cywilizacyjny w produkcji żywności – od żywności tradycyjnej do żywności funkcjonalnej106

Ewa Szatyłowicz, Iwona Barszczewska, Paulina Mielniczuk, Natalia Woroniecka

Rozwój biogazowni rolniczych w województwie podlaskim130

Indeks autorów143

Kryzys wartości i kultury europejskiej w myśli społecznej José Ortegi y Gasseta

1. Wstęp

Opisując współczesny świat społeczny, wielu uczonych traktuje dane odzwierciedlające jego obecny stan („to, co jest”) jako punkt wyjścia do znacznie bardziej ich interesującej sfery przyszłości („tego, co będzie”). Niekiedy szybko staje się oczywiste, iż określone – mniej lub bardziej koherentne i dopracowane – prognozy należy odłożyć do lamusa nauki, inne zaś zachowują świeżość oraz moc inspirującą dla kolejnych pokoleń badaczy wspólnoty ludzkiej. Do tych ostatnich niewątpliwie należy zaliczyć myśl społeczną XX-wiecznego hiszpańskiego filozofa, José Ortegi y Gasseta.

Madrycki uczyony jest postacią przywoływaną – jak się wydaje – przede wszystkim w kontekście rozważań spod znaku egzystencjalizmu, dotyczących dramatu życia człowieka doświadczającego samotności i zagubienia w otaczającym go otoczeniu społecznym. Jest to otoczenie ukształtowane pod wpływem warunków, których całość składa się na umasowione społeczeństwo oraz umasowioną kulturę. W swoich rozważaniach J. Ortega y Gasset dokonał klasycznej dziś wiwisekcji człowieka masowego, wnikliwie wskazując kluczowe szczegóły jego „anatomii” społecznej. Refleksje dotyczące intelektualnej i moralnej kondycji człowieka masowego (określonego w jego esejach mianem współczesnego prymitywa bądź barbarzyńcy) przedstawione są na tle znacznie szerszej problematyki, jaką jest aktualny stan oraz dalszy rozwój – zdawałoby się okrzepłej, stabilnej i bezpiecznej w swym trwaniu – cywilizacji. Badacze i komentatorzy myśli Ortegiańskiej zgodnie stwierdzają, iż J. Ortega y Gasset „dał się poznać światu jako przenikliwy diagnosta jego teraźniejszości i prognosta jego przyszłych losów” [1, s. 7]. Zgadza się również co do tego, że dorobek hiszpańskiego filozofa, pomimo upływu kilku dekad od jego powstania, nadal zachowuje walor aktualności. Z pozostawionej przez niego spuścizny wydobyć można różnorakie „wątki i treści, które ze względu na swą aktualność zasługują na [...] wdzięczność współczesnego czytelnika i poszukiwacza mądrości” [2, s. 31]. Celem poniższych rozważań będzie analiza jednego tylko aspektu jego rozległej społeczno-filozoficznej koncepcji, tzn. problematyki związanej z kryzysem fundamentalnych wartości oraz całej kultury europejskiej. Jest to opracowanie o charakterze przeglądowym, uwzględniające metodę analizy krytycznej.

¹ monika.tor@op.pl, Instytut Kulturoznawstwa, Wydział Humanistyczny, Uniwersytet Marii Curie-Skłodowskiej, <http://www.umcs.pl/pl/instytut-kulturoznawstwa-umcs>

2. J. Ortega y Gasseta diagnoza europejskiej kultury i społeczeństwa

W naukach społecznych wszelkie kwestie dotyczące specyfiki poszczególnych etapów rozwoju wspólnoty ludzkiej (w tym również wektora zachodzących zmian, szybkości ich następowania *etc.*) zaliczyć należy – co oczywiste – do zagadnień o charakterze pierwszoplanowym. Przybierają one postać klasycznych pytań humanistyki: „skąd jesteśmy?“, „dokąd zmierzamy?“, „w którym miejscu aktualnie się znajdujemy?“. Odpowiedzi – jak wiadomo – mogą być bardzo różne. Jednej z najbardziej interesujących (i kontrowersyjnych zarazem) udziela nam J. Ortega y Gasset.

Analizując szeroko ujmowaną problematykę rozwoju cywilizacyjnego z perspektywy filozofii społecznej, należy podkreślić, co czyni m. in. K. Polit, że „jeszcze dla człowieka końca XIX wieku, żyjącego pod wpływem ukutej wiek wcześniej przez Turgota idei postępu, przyszłość jawiła się w sposób bezproblemowy, jako szereg następujących po sobie kolejnych etapów, przez które musi przejść kultura Zachodu, a ewentualne problemy można było zawsze rozwiązać w oparciu o analogiczne doświadczenia przeszłości” [3, s. 55]. Minione, aktualne oraz przyszłe szczeble społecznej egzystencji stanowić miały pod pewnymi względami swoistą kalkę powielającą pewien ogólny wzorzec życia zarówno indywiduum, jak i całej wspólnoty. Było to możliwe przede wszystkim dzięki społeczno-kulturowej pieczęci utrwalonych zasad i wartości, które obowiązywały naszych przodków, nas samych, a następnie obowiązywać powinny generacje nas zastępujące. Dawały one nadzieję na w miarę zrozumiałe dziś i sensowne jutro. Tymczasem „w wieku XX sytuacja zmieniła się w sposób zasadniczy: przyszłość nie jest już czymś pewnym, klarownym i określonym, a przeszłość przestała być źródłem użytecznych paradygmatów” [3, s. 55]. Zanegowane zostają idee kształtujące istotę i cel wspólnoty Zachodu, czego dowodził m. in. E. Husserl w swoim słynnym eseju pt. „Kryzys europejskiego człowieczeństwa a filozofia”, w którym odnosił się do ewolucji duchowej postaci Europy oraz jej teleologicznego sensu [4, s. 50-51].

Człowiek i stworzona przez niego cywilizacja znajdują się zatem w poważnych opałach. Sukcesywnie znikają ze sceny dziejów dotychczasowe powszechniki kulturowe. Jednocześnie wspólnota ludzka doświadcza paradoksalnych konsekwencji swojego rozwoju, mianowicie – nie jest w stanie rozważnie i bezpiecznie konsumować owoców własnego wysiłku. Przeciwnie, generuje coraz większe turbulencje społeczne. Nie powinno to nas jednakże zadziwiać, gdyż jak słusznie zauważa J. Ortega y Gasset, „rozwinięta cywilizacja, to nic innego jak nagromadzenie się trudnych i zawiłych problemów. Dlatego też im większy jest jej postęp, w tym większym znajduje się ona niebezpieczeństwie. Życie jest coraz lepsze, ale nie ulega wątpliwości, że jest ono coraz bardziej skomplikowane” [5, s.105], a tym samym coraz pilniej wymagające – adekwatnego do piętrzących się wyzwań cywilizacyjnych – instrumentarium społeczno-kulturowego.

Hiszpański uczony, obserwując realia panujące w obrębie społeczności europejskiej, wielokrotnie w swoich wypowiedziach konstatuje (często w dość emocjo-

nalnym tonie), że „coś poszło nie tak” we współczesnym świecie, szczególnie zaś – w świecie duchowej kultury Europejczyków. Będąc świadkiem tego, jak powszechnie zanika dbałość o ład i harmonię współzycia, troska o jakość stosunków międzyludzkich oraz etycznie i politycznie ujmowane dobro wspólne, stawia on tezę, zgodnie z którą taki stan rzeczy wynika z zakwestionowania przez aktualną generację ciągłości kulturowej i *de facto* porzucenia wcześniejszych zasad i wartości kultury. Kultura duchowa wyraźnie ustępuje pola kulturze materialnej. Symbole i ideały zastępowane są namacalną i praktyczną tkanką obiektów materialnych, przyjmujących – pod wpływem akceleracji postępu technicznego – coraz bardziej wyrafinowaną formę. Wiele przedmiotów zyskuje rangę komercyjnego fetyszu, co – rzecz jasna – rodzi samonakręcającą się spiralę pożądania owych stale unowocześnianych „zdobyczy cywilizacji”. Jak stwierdza autor „Buntu mas”, obcując na co dzień z zaawansowaną technologią, nauką czy komunikacją, odpowiadającą na tego rodzaju pragnienia, „wydaje się nam, że nasze życie osiągnęło większy wymiar [...] Sytuacja jest wręcz odwrotna [...] po raz pierwszy w dziejach mamy do czynienia z epoką, która [...] nie dostrzega w przeszłości żadnych odpowiednich dla siebie wzorów czy norm [...] Wyparowały już resztki ducha tradycji [...] czy to w dziedzinie sztuki, nauki czy polityki. Europejczycy zostali sami” [5, s. 35-36] we własnoręcznie wzniesionym, lecz opustoszałym dziś pałacu kultury symbolicznej.

Należy jednak zauważyć, iż wyżej opisany stan rzeczy w powszechnej opinii nie budzi szczególnego niepokoju. Jeśli w świadomości przeciętnego Europejczyka rodzą się jakieś lęki czy obawy, to z dużą dozą prawdopodobieństwa możemy założyć, że dotyczą one raczej materialnych aspektów jego egzystencji. Problemy, zawirowania czy kryzysy w potocznym rozumieniu kojarzą się w pierwszym rzędzie z koniunkturą gospodarczą, stanem finansów bądź podażą pracy. Sfera kultury społecznej i niematerialnej – baza dla rynku oraz rządzącego na nim pieniądza – nie są umieszczane w kategorii obiektów specjalnej troski, na co niewątpliwie wpływ musi mieć ciągle żywa reminiscencja długiego okresu kulturowego przywództwa Europy w ogólnoswiatowej skali. Jak bowiem wiemy, przed nastaniem XX wieku mieszkańcy starego kontynentu doświadczyli „rozwoju i ekspansji Europy na inne kraje, w wyniku czego cały niemalże świat zeuropeizował się, a kultura europejska stała się kulturą dominującą. Ale ten triumf to już historyczna przeszłość, gdyż w wieku XX Europa stanęła w obliczu poważnego kryzysu [...] Europa uległa desocjalizacji, czyli znalazła się w sytuacji, w której brak jej obowiązujących zasad współzycia, do których można by się odwołać” [3, s. 51-52]. Według J. Ortegi y Gasseta, zasadnicze systemy normatywne, zapewniające społeczności europejskiej niezbędny agregat wartości, norm i idei kształtujących tożsamość oraz codzienną egzystencję – nieuchronnie i za ogólnym przyzwoleniem – tracą dawną moc. Stąd w refleksji hiszpańskiego myśliciela wielokrotnie odnajdujemy nawiązania do postępującego oportunistycznego, a nawet nihilistycznego (zachłystniętych zdobyciami techniki i cywilizacji) Europejczyków. Te skojarzenia z kolei prowadzą go do uogólnionej diagnozy stanu społeczeństwa i kultury starego kontynentu. Zgodnie z jego stanowiskiem, nie da się dłużej ignorować faktu, iż

„wszystkie [...] zasady, z których europejska kultura czerpie soki życiowe, takie jak: polityka, prawo, sztuka, moralność, religia [...] przeżywają kryzys, znajdując się – przynajmniej przejściowo – w upadku” [5, s.100]. Szczególnie istotną jest kwestia postępującej degeneracji porządku aksjologicznego. Jak uczy doświadczenie społeczne, wartości w polityce, prawie czy moralności nierzadko pojawiają się dziś wyłącznie deklaracjach współdziałających podmiotów, nie zaś w ich rzeczywistych interakcjach społecznych. Nad Europą zawisło zatem niebezpieczeństwo społecznej i kulturowej anomii związanej z głębokim i wielopłaszczyznowym kryzysem.

3. Kryzys wartości a indywidualny wymiar egzystencji ludzkiej

Wypracowane podczas wielowiekowego rozwoju społeczeństwa i kultury normy, wzorce czy „zasady leżące u podstaw świata cywilizowanego [...] dla współczesnego człowieka przeciętnego nie istnieją. Nie interesują go wartości leżące u podstaw kultury, nie solidaryzuje się z nimi, nie czuje się wcale skłonny do tego, by im służyć. Jak to się stało?” [5, s. 103]. Odpowiadając na tak sformułowane pytanie, J. Ortega y Gasset kieruje naszą uwagę w stronę aktualnej umysłowej kondycji przeciętnej jednostki ludzkiej. Zasadniczą przyczyną wyżej opisanego stanu rzeczy jest fakt, że człowiek mentalnie nie dorasta do stworzonej przez siebie cywilizacji. Jak wcześniej wspomniano, hiszpański filozof wielokrotnie w swych pracach akcentuje, iż „cywilizacja, w miarę swojego rozwoju, staje się coraz bardziej skomplikowana i coraz trudniejsza. Problemy, przed którymi obecnie stoimy, są niesłychanie splecione. Coraz mniej jest ludzi, których umysł jest w stanie im sprostać [...] Dysproporcje między złożoną subtelnością problemów do rozwiązania a poziomem umysłów staną się jeszcze większe [...] to właśnie jest największym dramatem naszej cywilizacji” [5, s.104]. Jest to niezwykle istotna (dla wszelkiej refleksji humanistycznej) wypowiedź, z jednej strony objaśniająca – w Ortegiańskiej optyce – perspektywy oraz kierunek zmian zachodzących w obrębie cywilizacji, a z drugiej zaś ukazująca intelektualny poziom jej „konsumentów”. Jak ocenia autor „Buntu mas”, cywilizacja opiera się „na trafnych i płodnych zasadach i dlatego zwiększa się ilościowo i jakościowo jej dorobek, przekraczając możliwości odbioru normalnego człowieka [...] Obecnie zawodzi człowiek, nie nadążając za rozwojem własnej cywilizacji. Z przykrością słucha się wypowiedzi ludzi [...] na najbardziej istotne tematy dnia dzisiejszego. Sprawiają wrażenie wiejskich parobków, którzy grubymi i niezgrabnymi paluchami starają się uchwycić leżącą na stole igłę” [5, 104÷105]. Z powyższych słów wnioskować można, iż w jego ujęciu postęp cywilizacyjny nie jest jednoznacznie traktowany jako szkodliwa koleina dziejów ludzkości. Przyglądając się zaawansowanej cywilizacji Zachodu, niewątpliwie w swoich konstatacjach nie jest on tak radykalny, jak np. H. Marcuse, który w swoim głośnym dziele pt. „Człowiek jednowymiarowy” nie szczędzi krytyki (czy wręcz potępienia) wobec uprzemysłowionego, umasowionego i konsumpcyjnego społeczeństwa. W koncepcji H. Macuse’a zdecydowana negacja obecnego stanu cywilizacji wiązała się z zagrożeniami dotyczącymi idei i wartości kultury wysokiej. Społeczna

kasacja owych walorów wyższej kultury jest rezultatem niepochowanej ekspansji przemysłowej i technologicznej. Produkcja i konsumpcja wyprodukowanych dóbr staje się wyłącznym wymiarem egzystencji człowieka. „Postęp racjonalności technologicznej likwiduje elementy opozycyjne i transcendujące w >>kulturze wyższej<<. Zostają one w rzeczywistości poddane procesowi *desublimacji*, dominującej w ważnych dziedzinach współczesnego społeczeństwa. Osiągnięcia [...] tego społeczeństwa unieważniają jego wyższą kulturę. Kult autonomicznej osobowości, humanizmu [...] jawi się jako ideał” [6, s. 82] przynależący do przeszłości, tzn. obowiązujący w uprzednich stadiach rozwoju społecznego.

Degradacja osobowości ludzkiej jest tym punktem, w którym refleksje H. Marcuse’a i J. Ortegi y Gasseta uzyskują zbliżony ton. Dziełem jednowymiarowego człowieka jest współczesne wysoko uprzemysłowione społeczeństwo, które – jak dowodzi amerykański badacz – „niszczy autentyczną osobowość człowieka [...] Swoją radykalizm [...] uzasadnia faktem totalnego [...] zepsucia” [7, s. XLVI] istoty ludzkiej. Podobną diagnozę odnajdujemy w myśli filozofa z Madrytu. Kulturowy upadek Europejczyka bezpośrednio wiąże on z takimi aspektami postępu cywilizacyjnego, jak na przykład hiperdemokracja oraz zjawisko aglomeracji (tj. „pełności” oznaczającej m. in. przechwycenie przez masy pełni władzy społecznej). Charakterystyka współczesnego człowieka w jego esejach skonstruowana jest wokół dalekich od neutralności określeń, niekiedy kojarzących się raczej z pełną osobistego zaangażowania publicystyką, niż bezstronnym wywodem naukowym. Tytułem przykładu wskażmy najbardziej dosadne, a jednocześnie najchętniej stosowane sformułowania: „barbarzyńca”, „zbuntowany prymityw”, „człowiek nieokrzesany”, „rozpuszczone dziecko”, „zadufany paniczyk”, „umysł przeciętny i banalny”, „jednostka pozbawiona jakichkolwiek kwalifikacji” *etc.* Jak wynika z empirii społecznej, cywilizacja „pozwala zwyczajnemu człowiekowi rozsiąść się wygodnie w świecie dostatku [...] Widzi się otoczony [...] wygodnymi przywilejami. Ale zupełnie [...] nie dostrzega kruchości, na której opiera się organizacja państwa, i nie czuje się prawie do niczego zobowiązany” [5, s.118]. Co więcej, w żaden sposób nie czuje się odpowiedzialny za należytą ochronę owych osiągnięć ani wobec przodków, którzy je wypracowali, ani przed przyszłymi pokoleniami będącymi spadkobiercami wspólnego dorobku kulturowego. Słowem, jest to osobnik zasługujący na miano jednostki aspołecznej, zbuntowanej i niewdzięcznej za dobra ubogacające jego egzystencję. Powyższe obserwacje stanowią – zdaniem J. Ortegi y Gasseta – odpowiednie uzasadnienie dla stwierdzenia, że mamy do czynienia z kryzysem.

Biorąc pod uwagę anatomię psychiczną współczesnego człowieka, łatwo zauważyć, iż „kryzys [...] polega przede wszystkim na zanikaniu wartości indywidualnych, związanych z życiem osobowym” [2, s. 40] nowego barbarzyńcy Europy. Kryzys ten wiąże się z jego otwartym zdystansowaniem wobec klasycznej aksjologicznej triady wartości: prawdy, dobra i piękna, czego dowodem m. in. jest:

- powszechnie występująca w społeczeństwie obojętność względem dobra wspólnego, objawiająca się brakiem empatii oraz egoizmem człowieka masowego

w życiu osobistym i publicznym. Sfera polityki i władzy stała się areną, na której rozgrywa się „bunt mas” – prawda i dobro nie są wartościami cenionymi przez zbuntowaną masę;

- postępująca specjalizacja zawodowa ludzi nauki, przejawiająca się hermetyczną postawą „pszczoły zamkniętej w plastrze miodu”. Przekonani o własnym profesjonalizmie uczeni, eksperci, specjaliści, autorytatywnie głoszą swe opinie nie przyjmując do wiadomości faktu, iż często wypowiadają się o kwestiach, które wykraczają poza ich rzeczywiste kompetencje, i tym samym sprzeniewierzają się dobru i prawdzie;
- wszechobecna dehumanizacja sztuki, która krocząc drogą komercji oddala się od służby pięknu jako naczelnej wartości w obrębie tej sfery działań człowieka.

W kontekście Ortegiańskiej wizji kryzysu wartości warto w tym miejscu ponownie przywołać refleksję E. Husserla, przypominającego o tym, że „jeśli powszechna idea prawdy samej w sobie staje się uniwersalną normą wszystkich pojawiających się w życiu ludzkim prawd relatywnych [...] i rzekomych prawd sytuacyjnych, to dotyczy to również wszelkich norm tradycyjnych, norm prawa, piękna, celowości, dominujących wartości osobowych itd.” [4, s. 34]. Jeśli natomiast dzieje się odwrotnie, tzn. prawda nie definiuje teleologicznego sensu egzystencji człowieka i społeczeństwa, wówczas skutkiem jest kryzys wyżej wskazanych wartości, a w ostatecznym rozrachunku – kryzys człowieczeństwa oraz całej kultury.

4. Kryzys w wymiarze intelektualnym, społecznym i politycznym

Wskazując przewodnią myśl J. Ortegi y Gassetta na temat zasięgu i znaczenia rozgrywającego się kryzysu, niewątpliwie powinno się zacytować jego stanowisko, zgodnie z którym rozwijająca się przez wieki „Europa przeżywa obecnie najcięższy kryzys, jaki spotkać może społeczeństwo, naród i kulturę” [5, s. 3]. Społeczność europejska – o czym już wspomniano – nie nadąza za postępem cywilizacyjnym, który sama wygenerowała. Nawiązując do tego stwierdzenia, autor „Buntu mas” wielokrotnie podkreśla, iż charakterystyczną cechą przeciętnego mieszkańca starego kontynentu jest brak dojrzałości społecznej, kulturowej i politycznej, będącej efektem m. in. procesów umasowienia oraz demokratyzacji życia zbiorowego. Postępowe idee, mające zapewnić masom należną im rolę i miejsce, w praktyce okazały się niezwykle problematyczne. Nawet najzagorzalsi orędownicy wizji egalitarnej wspólnoty europejskiej przyznać muszą, że realizacja propagowanych ideałów nie przebiega zgodnie z oczekiwanym kierunkiem. Można zapytać: „na cóż narzekają [...] postępowcy? [...] Pragnęli, by każdy przeciętny człowiek czuł się panem. No to nie powinni się teraz dziwić, że zachowuje się po pańsku [...] że z pełnym zdecydowaniem narzuca innym swoją wolę [...] że dba o swoje interesy i swój wolny czas” [5, s. 20]. Nie dba natomiast o sferę ducha, co znajduje odzwierciedlenie w jego stosunku względem prawdy, dobra, piękna oraz innych fundamentalnych wartości, takich jak godność, sprawiedliwość i solidarność w relacjach obywatelskich. Wiąże się z tym niechętna, lekce-

ważąca, a czasem wręcz wroga postawa wobec „innego”, nie podzielającego poglądów wyznawanych przez masowe gremia. Europejski „kryzys [...] jest zatem w ortegizmie faktem. Przejawia się przede wszystkim na trzech płaszczyznach: intelektualnej, społecznej i politycznej” [3, s. 53] życia zbiorowego.

Kryzys intelektualny bezpośrednio wynika z wyżej opisanej, specyficznej kondycji umysłowej człowieka masowego, który „zadowolony jest z siebie takiego, jakim jest. Skłonny jest zupełnie szczerze [...] jako rzecz najbardziej naturalną w świecie przyjmować [...] wszystko, co w sobie napotka: mniemania, upodobania i wybory [...] zachwycony własną osobą, niczego od siebie nie wymaga [...] postawiony wobec jakiegoś problemu zadawała się tymi myślami, które na ten temat przyjdą mu akurat do głowy” [5, s. 68-69]. Najbardziej oczywistym symptomem kryzysu intelektualnego jest rozpowszechniona w społeczeństwie postawa określana przez J. Ortegę y Gasseta jako hermetyczność duszy człowieka masowego. Przy czym z obserwacji życia zbiorowego wynika, iż jest to właściwość ludzka nagminnie występująca nie tylko w obrębie dolnych szczebli drabiny społecznej, lecz również w kręgach elit władzy czy nauki. To wspólne znamię polityka, profesjonalisty i tzw. zwykłego człowieka bez wątplenia kształtuje oblicze egzystencji wspólnotowej, szczególnie zaś wpływa na jakość kapitału ludzkiego oraz stan społeczeństwa obywatelskiego. Stąd J. Ortega y Gasset słusznie kieruje swoją uwagę w stronę społecznej i politycznej postaci europejskiego kryzysu.

Kryzys w wymiarze intelektualnym implikuje – co oczywiste – problemy o charakterze społecznym. Doniosłym przejawem kryzysu społecznego jest ostentacyjna deprecjacja wartości i cnót wiążących się z prospołeczną inwencją i postawą obywateli. Nie trzeba przypominać, iż odbywa się to kosztem kapitału społecznego wspólnoty. „Arena społeczna została zalana przez masy ludzi prymitywnych, pospolitych i nieodpowiedzialnych, którzy od żądań praw dla siebie bardzo szybko przeszli do żądań, by inni podporządkowali się ich prawom, co w konsekwencji spowodowało społecznie wyniszczające odchodzenie od wszelkiej kreatywności, indywidualności i wyjątkowości” [3, s. 54]. Świat społeczny wydaje się być zdecydowanie „zbyt ciasny” aby jednocześnie pomieścić tych, którzy funkcjonują zgodnie ze społeczną normą przeciętności oraz tych, którym ona nie odpowiada. Wspólna przestrzeń za ogólnym przyzwoleniem oczyszczana jest (nieraz niezwykle brutalnie) z jednostek, które w jakimś aspekcie odstają od wyobrażeń i preferencji dominującej zbiorowości. „Masa miażdży na swojej drodze wszystko to, co jest inne, indywidualne [...] Kto nie jest taki sam jak wszyscy, kto nie myśli tak samo jak wszyscy, naraża się na ryzyko eliminacji” [5, s. 13]. Marginalizacja i wykluczenie tych, którzy kroczą drogą wyznaczoną przez własne idee i wartości stanowi powszechny emblemat stosunków społecznych.

Powyższe konstatacje przywodzą na myśl tezy kilku klasyków badających meandry kultury i cywilizacji. Francuski myśliciel G. Le Bon (psycholog społeczny, etnograf oraz historyk cywilizacji), w swojej autorskiej koncepcji psychologii tłumu bezpośrednio nawiązywał do cywilizacyjnych perypetii człowieka. Operując pojęciem

„tłumy”, zbieżnym z Ortegiańskim terminem „masy”, opisywał on – w podobnym do madryckiego Filozofa stylu – sposób funkcjonowania współczesnych wspólnot ludzkich. Tłumy są tu synonimem bezdusznego zbiorowiska jednostek utrzymywanych w całości tylko w imię tradycji oraz dzięki wspólnym instynktom. W tych okolicznościach, zachwiana u swych podstaw cywilizacja, wydana jest na pastwę losu i przypadku [8, s. 129], lub co gorsza jej przeznaczeniem może być – podług znanej antropologicznej teorii innego uczonego, O. Spenglera – zmierzch i uwiąd [9]. Zgodnie z koncepcją tego ostatniego badacza (z którym *nota bene* J. Ortega y Gasset w swoich pismach jednak nie do końca się zgadza) przechodzenie „od żywej w sensie biologicznym kultury do sztucznego świata cywilizacji zapowiada nieuchronny >>zmierzch<< i śmierć kulturowego organizmu [...] projekty reformowania świata kultury” [2, s. 34] zapowiadają wyłącznie porażkę społeczeństwa.

Charakteryzując polityczny aspekt kryzysu, J. Ortega y Gasset odnosi się przede wszystkim do postępującej atrofii kultury obywatelskiej oraz zaniku zaangażowania w sprawy państwa i polityki ze strony młodych Europejczyków. Jest to sytuacja nad wyraz niekorzystna dla dalszego rozwoju państwa i społeczeństwa. „W większości europejskich krajów, nawet tych największych i najbardziej znaczących, można wśród młodych pokoleń zaobserwować brak zainteresowań problemami politycznymi. Nie pojawiają się żadne [...] projekty, które [...] pociągałyby za sobą umysły. Równolegle widoczna jest powszechna deprecjacja większości dotychczasowych politycznych instytucji” [3, s. 54]. Zasadniczym problemem odzwierciedlającym ten wymiar kryzysu jest hiperdemokracja, która łączy się z odrzuceniem wartości jakie niesie ze sobą ustrój demokratyczny oraz obowiązujący w nim system prawa. Zjawisko to skutkuje głęboką degradacją kultury politycznej i prawnej umasowionego społeczeństwa. Dowodem tego jest wielokrotnie odnotowywana przez hiszpańskiego Filozofa erozja najważniejszych idei demokracji, takich jak solidarność społeczna, równość obywateli w obliczu obowiązującego prawa, szacunek wobec mniejszości *etc.* Wartości te tracą moc regulatywną i dla przedstawicieli mas stają się raczej martwymi sloganami niż faktycznymi instrumentami kształtowania stosunków politycznych i społecznych. Niegdyś „demokracja i prawo – współzycie zgodnie z normami państwa, to były synonimy. Obecnie jesteśmy świadkami triumfu hiperdemokracji, w ramach której masy działają [...] nie zważając na normy prawne [...] narzucając wszystkim swoje aspiracje i upodobania” [5, s. 12]. Ten kryzys obywatelstwa i demokracji należy rozpatrywać zarówno w kontekście kryzysu państwa, jak również i cywilizacji, na gruncie której owe osiągnięcia polityczne się upowszechniły. Pozostają one w poważnym niebezpieczeństwie. Skoro według najczarniejszego scenariusza – m. in. zdaniem cytowanych już Le Bona czy Spenglera – cywilizacja zmierza ku upadkowi, ten sam los czeka instytucje i wartości państwa, prawa oraz demokracji. Jak bowiem ostrzegwał G. Le Bon: gdy „rozpoczynają się rządy tłumów [...] u wrót państwa pojawiają się hordy barbarzyńców. Mimo to cywilizacja długi jeszcze czas może błyszczeć pozorami świetności [...] Ale robactwo stoczyło już ten wspaniały gmach, który zawali się przy pierwszej burzy” [8, s. 129].

5. Dalsze perspektywy kultury europejskiej według J. Ortegi y Gasseta

Wnioski, jakie nasuwają się po lekturze wyżej przytoczonych wypowiedzi madryckiego badacza, mogą być istotnym elementem naukowych prognoz dotyczących dalszych losów Europy – o ile nie zostaną zakwestionowane z uwagi na dosadność oraz emocjonalność oceny kondycji umasowionego człowieka, społeczeństwa i kultury. Niewątpliwie kontrowersyjne wydawać się mogą – użyte dla opisu domniemanego schyłku Zachodu – słowa-klucze, takie jak „prymitywizm”, „barbarzyństwo”, „bunt mas”, „dekadencja”, „upadek kultury”. Tego typu sformułowania zastosowane w wypowiedziach o charakterze filozoficznym (a nie publicystycznym) rodzą zrozumiałe opór ze strony orędowników szybko rozwijającej się – i ewidentnie niosącej ze sobą wiele korzyści – cywilizacji. Biorąc pod uwagę stanowisko tych uczonych, którzy nie w pełni podzielają wizję J. Ortegi y Gasseta, nie należy jednak całkowicie odrzucać proponowanej przez niego koncepcji społeczno-filozoficznej. W charakterystycznym dla siebie – pełnym wykrzykników i metafor – stylu refleksji, zwracając się bezpośrednio do Czytelnika, z uporem przypomina on lekceważoną dziś prawdę o tym, że „cywilizacja nie jest czymś zastanym, nie istnieje sama przez się [...] Jeśli chce Pan korzystać z owoców cywilizacji, ale nie będzie Pan dbał o jej utrzymanie to bardzo się Pan rozczaruje! [...] Znajdzie się Pan nagle bez cywilizacji. Chwila nieuwagi, i kiedy się Pan rozejrzy wokół siebie, okaże się, że wszystko uleciało! Zupełnie jakby ktoś zdarł tapety, które pokrywały Przyrodę” [5, s.102]. Posiłkując się cytowaną metaforą, możemy stwierdzić, iż kulturowe „tapety” europejskiego gmachu z pewnością jeszcze znajdują się na swoim miejscu, lecz wątpliwości dotyczą ich jakości oraz trwałości przytwierdzenia do podłoża. Wartości, normy, zasady fundamentalne dla kultury Zachodu w wielu sytuacjach prezentują się jako fasadowe i mało znaczące w codziennych relacjach umasowionej wspólnoty. Społeczna solidarność, równość obywateli, praworządne i pokojowe stosunki międzyludzkie giną pod naporem politycznych i gospodarczych interesów konkurujących jednostek i zbiorowości. Prawda, dobro i piękno ustępuje wartościom materialnym oraz konsumpcyjnym. Stąd wywodzi się niezachwiane przekonanie J. Ortegi y Gasseta o tym, iż całościowo ujmowana kultura europejska oraz jej poszczególne sfery doświadczają poważnego kryzysu. „Nie jest to pierwszy kryzys w dziejach Europy. Pierwszy przeżyła w wiekach XV i XVI (okres renesansu), kiedy utraciła wspólną >>wiarę w Boga i Objawienie<<, którą żyła w średniowieczu. Z kryzysu tego wyratowała Europejczyka nowa >>wiera w rozum<<, w naukę fizyczno-matematyczną, którą objawił światu Kartezjusz u progu nowożytności. Zdaniem Ortegi, przeświadczenie to przestało być dzisiaj żywe i jego cykl, trwający od końca XVI wieku do początku wieku XX-ego, zakończył się” [2, s.38]. Życie społeczne nie znosi jednak próżni. Koniec jednego etapu rozwojowego implikuje początek kolejnej fazy. Współczesny świat Zachodu (z powodu wielu skomplikowanych okoliczności występujących zarówno w obrębie Europy, jak i na scenie międzynarodowej) ma przed sobą perspektywy niepewne. Kryzys oznacza wszakże nieuniknioną stagnację i w końcu regres [2, s. 41]. Najbliższa przyszłość

– naznaczona postępującą dekadencją kultury oraz wszelkiego rodzaju kryzysem – jawi się jako epoka, w której społeczeństwo masowe wciąż usytuowane jest na cywilizacyjnym zakręcie. Pytanie brzmi: czy będzie potrafiło odnaleźć odpowiednią dla siebie drogę? W pierwszym skojarzeniu wydaje się, iż autor „Buntu mas” nie dostrzega żadnych możliwości przezwyciężenia owej społeczno-kulturowej depresji. Jednakże, co interesujące, ostateczne odpowiedzi, diagnozy i wnioski J. Ortegi y Gassetta nie są całkowicie pesymistyczne i zupełnie pozbawione nadziei na mimo wszystko pomyślne jutro dla Europy. Jej upadek nie jest „tak nieuchronny jak się to powszechnie głosi” [3, s. 53]. Określając naszą aktualną kondycję kulturową, biorąc pod uwagę degenerację sfery wartości, erupcję hiperdemokracji *etc.*, J. Ortega y Gasset nie ma złudzeń, iż europejska współczesność jest „lepsza od pozostałych epok, ale gorsza od samej siebie. Pełna sił, a zarazem niepewna swego przeznaczenia” [5, s. 36]. To jednak nie oznacza, iż przewiduje on ostateczny kres cywilizacyjnego rozwoju Europy. Przeciwnie – w swoich prognozach podkreśla, iż „świadomość własnej problematycznej sytuacji jest [...] najlepszym dowodem na to, że mówienie o końcu starego kontynentu jest przedwcześnie, gdyż właśnie ona najdobitniej świadczy o tym, że nie wymarły w nim jeszcze wszystkie siły żywotne” [3, s. 53] dające szansę na kolejne kulturowe odrodzenie.

6. Zakończenie

Podsumowując przywołane fragmenty refleksji społecznej J. Ortegi y Gassetta, należy stwierdzić, że wiele z poruszonych przez niego kwestii ukazanych zostało z surowej oraz miejscami dość jednostronnej i nader emocjonalnej perspektywy [10, s. 23] krytyka masowego społeczeństwa i kultury. W panoramie problemów, zagrożeń i wyzwań cywilizacyjnych, wnikliwie analizowanych przez hiszpańskiego Filozofa, giną cenne zdobycze i osiągnięcia rozwijającej się społeczności Zachodu. Na dalszy plan są tu usuwane niekwestionowane owoce postępu cywilizacyjnego m. in. w sferze nauki, techniki czy medycyny. Pomimo tych kontrowersji, słuszną wydaje się ocena M. Jagłowskiego, według którego „oddziaływanie Ortegańskiej myśli nie ustało do dzisiaj, a w nowych filozoficznych, historycznych i kulturowych kontekstach nadal ujawniają się jej nieprzemijające wartości” [1, s. 7]. Znaczenie i aktualność jego koncepcji, opisujących zarówno sam kryzys kultury, jak i poszczególne – indywidualne oraz społeczne – symptomy tego kryzysu, wiąże się przede wszystkim z faktem, iż przedstawiciele współczesnego zachodniego społeczeństwa wciąż „mogą w nich znaleźć ostrzeżenie przed zagrożeniami kultury, wypływającymi z kruchości ładu [...], który wymaga stałego podtrzymywania” [2, s. 32] oraz ochrony zasad, idei i wartości dla niego fundamentalnych.

Literatura

1. Jagłowski M., *Wstęp* [w:] M. Jagłowski (red.), *Wokół José Ortegi y Gasseta (1883-1955). W pięćdziesiątą rocznicę śmierci filozofa*, Wydawnictwo Uniwersytetu Warmińsko-Mazurskiego, Olsztyn 2006, s. 7-8
2. Grudziński L., *Człowiek, historia i kryzys kultury w filozofii José Ortegi y Gasseta* [w:] M. Jagłowski (red.), *Wokół José Ortegi y Gasseta (1883-1955). W pięćdziesiątą rocznicę śmierci filozofa*, Wydawnictwo Uniwersytetu Warmińsko-Mazurskiego, Olsztyn 2006, s. 31-48
3. Polit K., *José Ortega y Gasset a wizja zjednoczonej Europy* [w:] M. Jagłowski (red.), *Wokół José Ortegi y Gasseta (1883-1955). W pięćdziesiątą rocznicę śmierci filozofa*, Wydawnictwo Uniwersytetu Warmińsko-Mazurskiego, Olsztyn 2006, s. 49-58
4. Husserl E., *Kryzys europejskiego człowieczeństwa a filozofia*, tłum. J. Sidorek, Wydawnictwo Aletheia, Warszawa 1993
5. Ortega y Gasset J., *Bunt mas* [w:] J. Ortega y Gasset, *Bunt mas i inne pisma socjologiczne*, tłum. P. Niklewicz, Państwowe Wydawnictwo Naukowe, Warszawa 1982, s. 2-233
6. Marcuse H., *Człowiek jednowymiarowy. Badania nad ideologią rozwiniętego społeczeństwa przemysłowego*, tłum. S. Konopacki, Państwowe Wydawnictwo Naukowe, Warszawa 1991
7. Gromczyński W., *Wstęp* [w:] Marcuse H., *Człowiek jednowymiarowy. Badania nad ideologią rozwiniętego społeczeństwa przemysłowego*, tłum. S. Konopacki, Państwowe Wydawnictwo Naukowe, Warszawa 1991, s. VII-XLVIII
8. Le Bon G., *Psychologia tłumu*, tłum. B. Kaprocki, Wydawnictwo PAVO, Warszawa 1997
9. Spengler O., *Zmierzch Zachodu*, tłum. J. Marzęcki, Wydawnictwo Aletheia, Warszawa 2014
10. Polit K., *Kryzys cywilizacji Zachodu w myśli José Ortegi y Gasseta*, Wydawnictwo Uniwersytetu Marii Curie-Skłodowskiej, Lublin 2005

Kryzys wartości i kultury europejskiej w myśli społecznej José Ortegi y Gasseta

Celem opracowania jest analiza wybranego fragmentu społeczno-filozoficznej koncepcji hiszpańskiego badacza kultury i społeczeństwa masowego, José Ortegi y Gasseta. Jest to praca o charakterze przeglądowym, uwzględniająca metodę analizy krytycznej. W jej zakresie tematycznym ujęto przede wszystkim problematykę kryzysu fundamentalnych wartości oraz całościowo ujmowanej kultury i cywilizacji europejskiej. W tekście ukazano intelektualny, społeczny i polityczny wymiar kryzysu oraz jego najistotniejsze symptomy (bunt mas społecznych, erozja demokracji). Z przeprowadzonej analizy filozoficznych i socjologicznych poglądów J. Ortegi y Gasseta wynika, iż kryzys kultury, jakiego doświadcza Europa, stanowi konsekwencję barbarzyńskiej kondycji mentalnej jej społeczeństwa. We wnioskach opracowania nakreślona jest prognoza dalszych losów cywilizacji europejskiej. Według hiszpańskiego Filozofa stagnacja i regres, który łączy się z kryzysem, nie oznacza jej zupełnego upadku. Europa posiada siły żywotne dające szansę na przewyciężenie grożącego jej schyłku.

Słowa kluczowe: wartości, kultura, kryzys

The crisis of values and European culture in the José Ortega y Gasset's social though

The aim of the work is to analyze the fragment socio-philosophical concept of Spanish researcher of culture and mass society, José Ortega y Gasset. The essay has the character of the review, taking into account the method of critical analysis. In its thematic field are included especially the problem of the crisis of fundamental values and holistic understood European culture and civilization. In the text are shown the intellectual, social and political dimension of the crisis and its most important symptoms (revolt of the masses, the erosion of democracy). The analysis of the philosophical and sociological ideas J. Ortega y Gasset suggests that the crisis of culture, which is experiencing Europe, is a consequence of the barbaric mental condition of its population. In the conclusions of essay is specified forecast of the further fate of European civilization. According to the Spanish Philosopher, stagnation and regression which connects to the crisis, does not mean its complete collapse. Europe has life power giving a chance to overcome its threatening downfall.

Keywords: values, culture, crisis

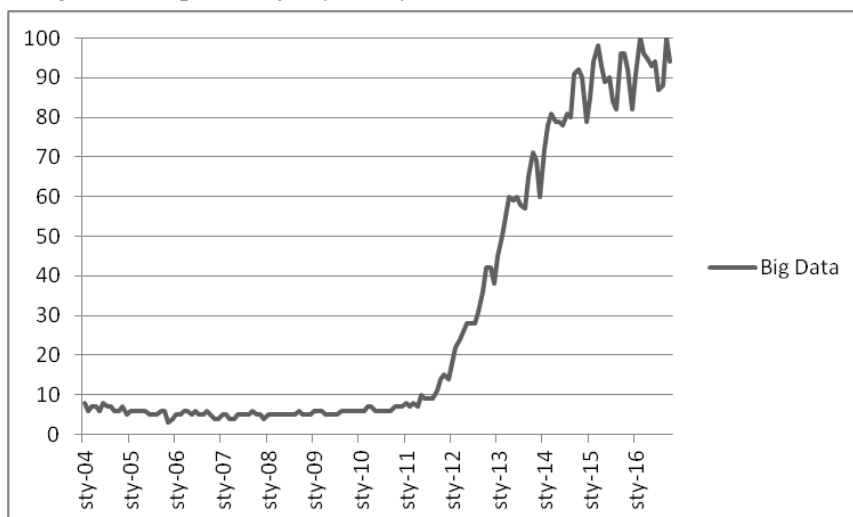
Big Data – nowa wiedza?

1. Wstęp

W niniejszej pracy przyjrzymy się młodemu, przybierającemu na sile zjawisku Big Data. Patrzymy raczej z perspektywy socjologii wiedzy, przy czym koncentrujemy się na specyficznej optyce, jaką zaproponowano w ramach Teorii Aktora-Sieci. Podejmujemy się poszukiwania odpowiedzi na pytanie czy, jak sugerują entuzjaści [1, 2], zjawisko Big Data doprowadza właśnie teraz do porównywalnego z wynalezieniem druku czy maszyny parowej przełomu w rozwoju cywilizacji, a konkretniej w metodach i możliwościach poznania świata.

2. Czym jest Big Data

Powyżej celowo użyto sformułowania „zjawisko”, ponieważ zasadniczo pojęcie „Big Data” jest nieostre i trudno jednoznacznie wskazać jego desygnat. Natomiast niewątpliwie mamy do czynienia ze zjawiskiem społecznym – rosnącym zainteresowaniem Big Data, co prezentujemy na wykresie 1.

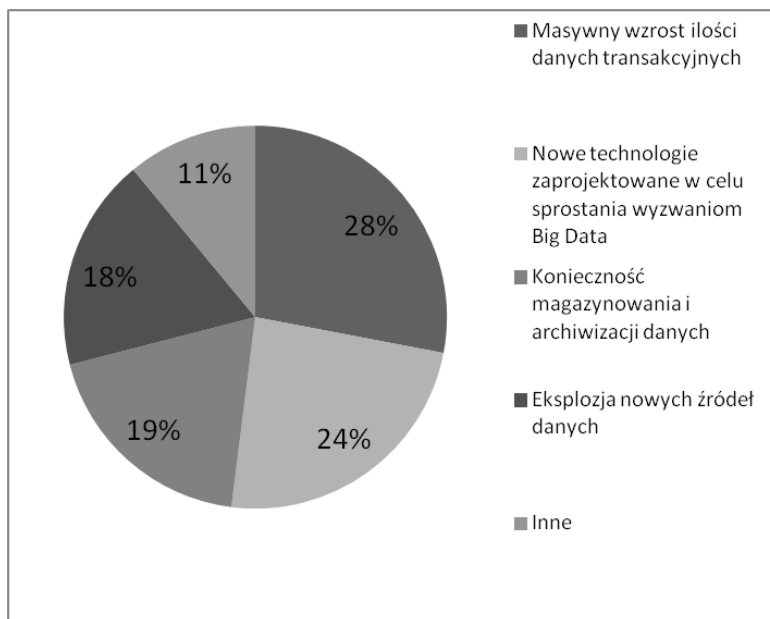


Wykres 1. Trend wyszukiwań zapytania „Big Data”
Opracowanie własne na podstawie [3]

¹ remigiusz.zulicki@uni.lodz.pl, Katedra Socjologii Kultury, Instytut Socjologii, Wydział Ekonomiczno-Socjologiczny, Uniwersytet Łódzki

Na wykresie 1. linia trendu reprezentuje popularność wyszukiwania frazy „Big Data” (bez względu na wielkość liter) w wyszukiwarce Google na całym świecie. Na osi x przedstawiono czas – dane w interwale miesiąca od 01.2004 do 10.2016 r. Skala od 1 do 100 na osi y reprezentuje popularność wyszukiwania, przy czym ilość wyszukań frazy jest dzielona przez ilość wyszukań wszystkich fraz, a dodatkowo przedstawiona w liczbach względnych. Wartość 100 reprezentuje więc maksymalną zanotowaną popularność. Z powyższych danych wynika, że popularność omawianej frazy wzrosła od 2004 do 2016 r. około dwanaście razy, a najwyższy wzrost nastąpił od 05.2011 do 03.2015 r. (około czternaście razy). Właściwie powyższa analiza to już Big Data! Skorzystaliśmy z ogromnej liczby danych wygenerowanych niejako „przy okazji” przez użytkowników przeglądarki – przecież nie przeprowadziliśmy żadnego badania kwestionariuszowego z pytaniem „ile razy w tym tygodniu wyszukiwał Pan/Pani...”, przeanalizowaliśmy po prostu dostępne dane behawioralne, początkowo zbierane w innym celu i na ich podstawie wnioskujemy o wzroście popularności pewnego zjawiska. A to wszystko przy pomocy bezpłatnego narzędzia Google Trends [3].

Zjawisko Big Data definiowane jest różnorodnie. W przeprowadzonym w 2012 r. badaniu na grupie 154 osób – kierowników najwyższego szczebla międzynarodowych firm reprezentujących szeroką gamę branż – uzyskano pięć kategorii definicji Big Data, co przedstawiamy na wykresie 2.



Wykres 2. Kategorie definiowania Big Data
Opracowanie własne na podstawie [4]

Na wykresie 2. zaprezentowano kategorie sformułowanych przez badanych kierowników odpowiedzi w porządku malejącym według ruchu wskazówek zegara. Legenda wskazuje ten porządek od góry do dołu. Brak jest wyraźnie wyróżniającej się kategorii odpowiedzi. Definicje dotyczyły różnych treści zjawiska Big Data; koncentrowano się to na tym, czym jest Big Data, to na tym co „robi”. Kategoria zawierająca 24% odpowiedzi w oryginale nazywa się „New technologies designed to adress the **3 Vs challenges of Big Data**” (podkreślenie RŻ) [4]. To „3 Vs” jest powtarzającym się [1, 5-11] sposobem definiowania Big Data przez wskazanie cech. Są to:

- Wielkość (*Volume*): rozmiar danych; bywa rozumiane jako zbiory większe niż 1 terabajt, a także takie, których nie da się przetwarzać za pomocą „tradycyjnych” narzędzi [4];
- Różnorodność (*Variety*): zróżnicowanie, różne struktury i formaty i charakter danych; problem rozwijamy w podrozdziale 2.1.;
- Szybkość (*Velocity*): szybkość pojawiania się nowych danych, ciągły ich napływ, co powoduje, że potrzebne są metody umożliwiające wydobywanie informacji z danych w czasie rzeczywistym [1, 4].

Powyższe wymiary pozostają w zależności – zmiana jednego powoduje zmianę drugiego. Nie ma przy tym konkretnych kryteriów dotyczących tego, gdzie „zaczyna się” Big Data [4]. Pojawiają się także propozycje kolejnych cech czy wymiarów Big Data, również określane jako „Vs”. Są to [4]: wiarygodność (*Veracity*): dotyczy ona zagadnienia błędów w danych i ich prawdziwości; zróżnicowanie (*Variability and Complexity*): chodzi o duże zróżnicowanie wartości zmiennych i złożoność danych, które spowodowane są m.in. tym, że analizie poddawane są wszystkie dostępne dane tzn. cała populacja a nie próba, co określa się podejściem $N = \text{all}$ [1]; oraz wartość (*Value*): rozumiana jako potencjał biznesowy, możliwości generowania zysków dzięki informacjom wydobytym z danych.

Słuszna jest uwaga K. Przanowskiego, który wskazuje, że powyżej przedstawione „Vs” dotyczą wyłącznie danych. Zdaniem tego autora na Big Data składają się jeszcze dwa obszary, więc „(...) powinno się zatem definiować Big Data jako układ składający się z: danych opisanych własnościami 3V (5V), metod składowania i przetwarzania danych, technik zaawansowanej analizy danych oraz wreszcie całego środowiska sprzętu informatycznego. Jest to zatem połączenie nowoczesnej technologii i teorii analitycznych, które pomagają optymalizować masowe procesy związane z dużą liczbą klientów, czy użytkowników.” [12].

2.1. Big: nie tylko dużo

Nie tylko, ale jednak dużo – dużo danych, dużo źródeł. Wielkie dane generują m.in. użytkownicy narzędzi dostarczanych przez technologicznych gigantów, jak Google i Facebook. Pierwsza z firm w 2012 r. przetwarzała dziennie 24 petabajty informacji. Druga co godzinę otrzymywała do publikacji około 10 milionów fotografii i mniej więcej trzy miliardy „polubień” oraz komentarzy w ciągu doby [1]. Ludzie korzysta-

jący z Internetu za pomocą różnego rodzaju serwisów, portali, aplikacji, na urządzeniach stacjonarnych i mobilnych są swoistymi generatorami danych. Pozostawiają cyfrowy ślad: sekwencje odwiedzanych stron internetowych, adresy IP, dane geolokalizacyjne GPS, dane pochodzące z sieci komórkowych, płatności elektronicznych i bezgotówkowych, wpisów na blogach, forach, portalach społecznościowych, wybory zakupowe w serwisach aukcyjnych i sklepach internetowych [13]. Amerykańska firma doradcza IDC twierdzi, że „cyfrowy wszechświat” (*digital universe*) będzie rósł w tempie około 40% rocznie przez najbliższą dekadę. Oznacza to podwajanie ogólnego rozmiaru wszystkich światowych danych co dwa lata. W roku 2020 ilość cyfrowych bitów informacji ma niemal zrównać się z ilością gwiazd we wszechświecie fizycznym, osiągając rozmiar 44 zettabajtów (ZB²), czyli 44 tryliony gigabajtów (GB). Poza podobnymi do wcześniej przywoływanych przykładami źródeł danych, jak np. social media, doradcy z IDC zwracają uwagę na tzw. Internet of Things (IoT). Główną ideą IoT jest komunikacja pomiędzy przedmiotami bez udziału człowieka, co służyć ma monitorowaniu i zarządzaniu tymi przedmiotami. W roku 2014, z którego pochodzi raport IDC, liczba możliwych do komputeryzacji przedmiotów na całym świecie oszacowana została na 200 miliardów, z czego około 14 miliardów już było podłączonych do Internetu. Są to rozmaite przedmioty codziennego i „niecodziennego” użytku: zarówno samochody jak i zabawki, samoloty odrzutowe, zmywarki czy obrożę dla psów. Przedmioty te posiadać mają około 50 miliardów zbierających różnego rodzaju dane sensorów, przy czym w roku 2024 liczba ta ma wynosić około jednego trylionu [14].

Chodzi jednak nie tylko o ilość czy wielkość, ale także charakter danych. Wpisy na portalu społecznościowym są przecież tekstami pisanymi swobodnie przez jego użytkowników, więc takie dane różnią się diametralnie od zapisów w bazie transakcji wykonanych kartą kredytową czy rejestrów pomiarów temperatury, ciśnienia i składu mieszanki paliwowej w silniku samochodu F1, i to wcale nie dlatego, że dotyczą ludzi. Pierwsze z wymienionych rodzajów danych są nieustrukturyzowane, zaś dwa kolejne – ustrukturyzowane. Charakter danych nieustrukturyzowanych mają więc te, będące generowanym przez ludzi zapisem ich doświadczeń (jak teksty, fotografie, filmy). Ustrukturyzowane są dane pochodzące z zapisów zachowania ludzi czy innych obiektów (transakcje, kliknięcia, „polubienia”, logowania itp.) oraz z czujników/sensorów określanych jako część IoT [15].

2.2. Danetyzacja

Danetyzacja (*datafication*) jest to dążenie do zawężania obszarów, które nie podlegają kwantyfikacji/ewidencji. Według Lva Manovicha [16], efektem danetyzacji będzie zamiana świata w jedną wielką bazę danych. Zdaniem badaczki komunikacji i nowych mediów Jose van Dijck, danetyzacja jest ideologią, która uznaje, że dane są

² zetta oznacza 10²¹, ale dla bajtów stosowany jest też mnożnik 1024, więc może oznaczać 1024⁷ = 2⁷⁰

kluczem do zrozumienia rzeczywistości [17]. Danetyzacji podlegają więc różne wymiary świata fizycznego (dla potrzeb meteorologii, geologii, inżynierii i wielu innych dziedzin), jak i społecznego, w tym: przekazy słowne (np. poprzez komputerową analizę tekstów), położenie czy też ruchy ludzi (przede wszystkim dzięki geolokalizacji), najróżniejsze aspekty ich zachowania i relacji (choćby poprzez komputerowe analizy socjogramów), a nawet nastroje, emocje (m.in. dzięki technikom sentiment analysis czy neuroobrazowaniu). Poza tym, ludzie sami chętnie generują dane o sobie, oraz na swoje potrzeby. Istnieje swoisty ruch czy trend zwany *quantified self* (skwantyfikowany ja), polegający na dążeniu do nieustannego monitorowania parametrów swojego ciała, pracy czy właściwie dowolnych aktywności. Przykładowo polska grupa zarejestrowana na portalu społecznościowym pod nazwą „Quantified Self. Self knowledge through numbers” [18] tak wyraziła swą misję: „U podstaw self-trackingu leży założenie o możliwości korygowania i usprawniania mechanizmów funkcjonowania ludzkiego organizmu i jego biologicznej, psychologicznej i społecznej aktywności.” Istnieją już urządzenia umożliwiające np. zapis i danetyzację fal mózgowych w trakcie snu [1]. Danetyzacja jest więc zamianą w dane tego, co nie jest zapisane w taki sposób. Jeszcze nie jest. Viktor Mayer-Schönberger i Kenneth Cukier piszą w tym kontekście o „świadomości big data”, a więc „przekonaniu, że istnieje mierzalny komponent wszystkiego” i że da się „przekształcić niezliczone wymiary rzeczywistości w dane” [1, s. 132].

2.3. Przykład zastosowania Big Data

Google Flu Trends to rozwiązanie stworzone w 2009 r., gdy rosła obawa przed epidemią grypy H1N1 [1]. Zadaniem było szacowanie rozprzestrzeniania się grypy w USA na podstawie wyszukiwań w Google. Zespół inżynierów Google pod kierunkiem Jeremy’ego Ginsburga stworzył algorytm statystyczny bazujący na korelacji pewnych zwrotów wpisywanych w wyszukiwarkę z zachorowaniami na grypę na określonym obszarze [19]; wyrażenia pochodziły więc z olbrzymiej masy nieustrukturyzowanych danych generowanych przez internautów, zaś informacje o zachorowaniach to ustrukturyzowane, intencjonalnie zbierane dane różnych podmiotów świadczących usługi zdrowotne i rejestrujących pacjentów. Dane ustrukturyzowane zbierano na polecenie agencji rządowej ds. zapobiegania i zwalczania chorób zakaźnych. Zwracamy uwagę, że wyrażenia skorelowane nie zostały wybrane arbitralnie przez zdroworoządkowe myślenie zespołu inżynierów, nie wybrali ich także eksperci ze świata nauk medycznych czy społecznych. Wyrażenia te, przy braku wstępnych założeń, zostały wyestymowane z danych na podstawie siły związku z liczbą zachorowań na określonym obszarze [1]. Badano dane z lat 2007-2008, z każdego dnia mając około trzech miliardów zapytań. Przetestowano następnie około 450 000 różnych modeli matematycznych i ostatecznie określono ten najlepiej dopasowany do danych historycznych. Uwzględniono 45 fraz wyszukiwania [19]. Narzędzie Google Flu Trends miało tę ogromną przewagę nad informacją agencji rządowej, że progno-

zowało rozprzestrzenianie się grypy praktycznie w czasie rzeczywistym, z opóźnieniem maksymalnie do jednego dnia, uwzględniając na bieżąco frazy „googlowane” w danej chwili przez miliony amerykańskich użytkowników. Informacje rządowe raportowały stan rzeczy z opóźnieniem około dwóch tygodni [1]. Przykład ten był chyba pierwszym, dobrze znanym poza wąską branżą specjalistów zastosowaniem Big Data. Google Flu Trends, nazwane „*the poster child*³ of big data” [20] jest jednak od niedawna dyżurnym przykładem słabych stron Big Data [21, 22], ponieważ w roku 2013 prognoza rozmiaru szczytu sezonu grypy była różna od rzeczywistych danych o około 140% [20]. Tym niemniej inżynierów Google uznać wolno za swoistych pionierów, a ich projekt za przełomowy. W odpowiednim czasie i za pomocą wyjątkowych na owe czasy źródeł danych i podejścia do modelowania dostarczyli oni użytecznego narzędzia predykcji, które doceniły rządowe służby ochrony zdrowia [23].

Zastosowania można by mnożyć: od przewidywania cen biletów lotniczych w celu najtańszego zakupu [1], ocenę ryzyka kredytowego i optymalizację kosztów kredytu [12], stawianie diagnozy na podstawie danych medycznych i genetycznych [2], po wskazanie posesji najbardziej zagrożonych pożarem czy wybór optymalnego czasu wymiany części w miejskich autobusach [1]. Wszystkie spełniają założenia Big Data zdefiniowanego przez K. Przanowskiego przez dane 3vs (5vs), specyficzną architekturę i sprzęt informatyczny, zaawansowane metody analityczne (por. 2. podrozdział niniejszej pracy) [12]. Niezależnie od dziedziny zastosowania, powtarzają się dwie cechy podejścia analitycznego: badanie populacji, nie tylko próby, w myśl zasady $N = all$, i zastąpienie wyjaśniania przyczyn wskazaniem korelacji. „(...) systemy rekomendacji Amazona znalazły wartościową korelację bez znajomości leżących u jej podstaw przyczyn. Wiedza **co**, a nie **dlaczego** jest wystarczająco dobra” (podkreślenie oryginalne) [1, s. 76].

3. Teoria Aktora-Sieci w opisie Big Data

Teoria Aktora-Sieci (*Actor-Network Theory*; ANT) jest koncepcją sytuującą się na pograniczu różnych dyscyplin, które w uproszczeniu można nazwać łączącymi zainteresowanie badaniem nauki i wiedzy [24]. W opisie zjawiska Big Data owa „teoria” wydaje się być niezwykle użyteczna, co argumentujemy poniżej. ANT powstała w międzynarodowym gronie uczonych zajmujących się Studiami nad Nauką i Techniką (*Science and Technology Studies*; STS). Za twórców ANT uznaje się trzy osoby – dwóch francuzów: Bruno Latoura, Michela Callona i Brytyjczyka Johna Lawa. Koncepcja zaczęła rozwijać się pod koniec lat '70 XX w. Kontynuatorami myśli Latoura i współpracowników są obecnie m.in. Annemarie Mol i Geofrey C. Bowker [25]. Jeden z nielicznych polskich tłumaczy prac Latoura, a zarazem filozof analizujący ANT uznaje, że ta koncepcja łączy się z socjologią wiedzy, socjologią nauki, i socjologią ogólną (zwłaszcza etnometodologią H. Garfinkla) etnografią laboratorium

³ *poster child* oznacza typowy przykład, coś emblematycznego, utrwaloną w kulturze egzemplifikację

i antropologią nauki, filozofią oraz semiotyką [24]. Autor ten uznaje wersję ANT Latoura za „kanoniczną”, najciekawszą filozoficznie, a stosowane przez niego liczne pojęcia za najbardziej interesujące, bo zaznaczające odmienność ANT od innych teorii czy tradycji refleksji nad nauką i wiedzą [25]. ANT, szczególnie w wydaniu Latoura, nazywane jest myślą bliską Nietzschemu i de Saussure’owi, a będącą w opozycji do Kanta, Wittgensteina czy Jamesa. Oznacza to, że ANT niejako „zamazuje” rozróżnienie na ontologię i epistemologię, a także na podmiot i przedmiot. Blisko tu do koncepcji de Saussure’a, który uznawał świat za sieć obiektów, których tożsamość określona jest przez odróżnianie się od innych. Tym samym zainteresowania ANT uznać należy za ontologiczne – pytające o kształt świata czy zbiorowości, nie epistemologiczne – koncentrujące się na wiedzy. Kluczowe pytanie w ANT to zatem: „jak działa poznanie świata”, rozumiane jako czynne tego świata przekształcanie. Zdaniem Abriszewskiego ANT jest swoistą socjologią wiedzy bez pojęcia „wiedzy”: w opozycji do kantowskiego rozróżnienia na nierozpoznawalny świat i jego conceptualizację (które to są określane właśnie jako „wiedza”) w ANT mówi się metaforycznie o budowaniu sieci. Sieć wiąże ze sobą różne punkty, tworzy też nowe punkty przez połączenia „nitki” w węzłach. Stanowi ona rezultat relacji między różnymi bytami, zaś relacje ustabilizowane tworzą aktora. Inaczej rzecz ujmując, w ANT badana jest dynamika procesów poznawczych („wiedztwórczych”), nazywanych tu budowaniem sieci [24, 25, 26]. Koncepcja ta jest bardzo pomocna w opisie zjawiska Big Data dlatego, że za aktorów w tych procesach uznaje tak ludzi, jak i rzeczy. Zbiorowość, na równi z ludźmi jest więc tworzona przez aktorów poza-ludzkich (*nonhumans*) [24, 26, 27]. Dlatego pojęcie „społeczeństwa” w ANT zostało zastąpione właśnie przywołanym pojęciem „zbiorowości” – szerszym, bo nie ograniczającym się wyłącznie do zbiorowości ludzkiej. Sądzimy, że możliwość uwzględnienia w procesie wiedztwórczym takich aktorów jak: źródła danych, komputery o wysokiej mocy, technologie magazynowania danych czy metody matematyczne i programy komputerowe do analizy danych będzie bardzo użyteczna w opisie zjawiska Big Data, a także w próbie oceny przemian zbiorowości, czy ogólnie ujmując „świata”, a może bardziej szczegółowo „wiedzy” w związku z tym zjawiskiem.

3.1. Budowanie sieci jako proces wiedztwórczy

W perspektywie ANT badacz prowadzący dowolny projekt badawczy buduje **sieć**. Ten proces wiedztwórczy polega na **generowaniu reprezentacji** i wiązaniu ich w jedną **sieć**. Owo generowanie jest nieustanną **translacją** między światem a laboratorium badacza. Wiąże on tym samym różnych **aktorów** ze sobą. Badacz musi kontrolować wiązania, przy czym najkorzystniej dla niego, jeżeli kontroluje wiązania silne. Badacz znajduje się w miejscu zwanym **centrum kalkulacyjnym** – zajmuje on bardzo istotną pozycję w budowanej **sieci**, bowiem jest **rzecznikiem**: np. prowadząc w Polsce badanie sondażowe preferencji wyborczych jest **rzecznikiem** dorosłych

polaków, zaś badając namnażanie się bakterii gronkowca jest **rzecznikiem**... bakterii gronkowca.

Wyłuszczonego drukiem zaznaczono pojęcia charakterystyczne dla ANT B. Latoura; bez ich wyjaśnienia i poznania specyficznego, metaforycznego stylu pisarskiego tego uczonego koncepcja jest niezrozumiała. Zatem omawiamy pojęcia w kolejności ich pojawiania się powyżej [24-28]:

- **Sieć**: rezultat relacji między różnymi bytami; relacje ustabilizowane tworzą **aktora**; budowanie sieci to proces poznawczy (wiedztwórca), którego wynikiem jest czynne przekształcanie świata; nauka dąży do budowania sieci obszernych (w sensie wielkości) i mocnych (w sensie siły); sieć w ANT nie ma nic wspólnego z Internetem – nie chodzi o żaden przesył danych, a o serię relacji czy też transformacji/**translacji**;
- **Generowanie reprezentacji**: zamiana badanego obiektu na zapis za pomocą **urządzenia zapisującego**; jest ono kluczowym elementem badania naukowego; także stawanie się **rzecznikiem** jest rodzajem generowania reprezentacji;
- **Translacja**: polega na łączeniu **aktorów**, co prowadzi do wiązania **aktorów** czyli przyłączania sojuszników; może być sytuacją zdobycia przez jednego **aktora** władzy, by mówić w imieniu innego **aktora**; jej postaciami są **generowanie reprezentacji** i stawanie się **rzecznikiem**; jest podstawą funkcjonowania laboratorium – „przełączaniem” pomiędzy laboratorium a światem, próbą a populacją; Abriszewski [25] zwraca wagę, że nie jest to jedna translacja bądź zapośredniczenie między światem a laboratorium czy między badanym obiektem a tekstem publikacji naukowej – jest to cały ciąg "przełączeń" i zapośredniczeń; w wyniku translacji **aktorzy** wiążą się ze sobą, stając się **hybrydą** lub **quasi-obiektem**; translacja jest pojęciem kluczowym w ANT;
- **Centrum kalkulacyjne**: to miejsce, w którym znajduje się badacz, jego „sztab”; gromadzi **reprezentacje** generowane w różnych dziedzinach i przez różnych badaczy, stwarzając możliwości manipulowania nimi i wiązania ich, a więc tworzenia silnych wiązań;
- **Rzecznik**: reprezentuje kogoś lub coś; reprezentowanie polega na wypowiedzianiu się w imieniu kogoś lub czegoś (zwanego **aktantem**); rzecznik jest więc **aktorem** związanym z innym **aktorem/aktantem** tak, że reprezentuje go.

Jak widać przy okazji powyższego omówienia pojawiły się kolejne, wymagające doprecyzowania pojęcia. Były to kolejno:

- **Aktor**: każdy podmiot, który zmienia stan rzeczy – wprowadza jakąś różnicę w przebiegu działania jakiegoś innego podmiotu; jest uczestnikiem działania, nie koniecznie jego "sprawcą"; **aktor** nie ma swojej "esencji", nie musi być "kimś" – definiuje go działanie w relacji z innymi **aktorami**; **aktorami** są tak samo ludzie jak i czynniki pozaludzkie (*nonhuman*)..

- Urządzenie zapisujące (*inscription device*): służy do zamiany badanego obiektu na zapis, tzw. inskrypcję; ta zamiana to dowolny pomiar czy estymacja, jest to rodzaj **translacji**, a konkretnie **generowania reprezentacji**;
- Aktant: inne określenie **aktora**, wprowadzone do ANT by odejść od statycznego pojęcia mającego już swoją tradycję w naukach społecznych; Latour używa określenia **aktant w sytuacji**, gdy chodzi o podmiot, w imieniu którego wypowiada się inny **aktor – rzecznik** [26].

Proces wiedzytwórczy (poznawczy) w ANT jest więc jednocześnie procesem budowania sieci, łączenia aktorów, tworzenia aktorów i zmian relacji między aktorami. Pamiętajmy, że jest to Teoria Aktora-Sieci: aktor i sieć są równorzędni, a nawet więcej – są zasadniczo tym samym [26]. Nie ma tu mowy o żadnym aktorze poruszającym się po niciach sieci. Sieć jest dynamicznym zestawem relacji pomiędzy aktorami; jeżeli relację utrwalają się i stają się wystarczająco silne, to stają się aktorem. Aktor ten jest także siecią, i może być w sieci – jak np. na uczelni: jeden z instytutów na wydziale sam składa się z różnorodnych aktorów i relacji, jest aktorem oddziałującym na przebieg działania innych aktorów, jest częścią sieci tworzącej innego aktora tzn. wydział.

3.2. „Aktorzy” Big Data

Wracamy do przykładu zastosowania Big Data z podrozdziału 2.4., opisując go zgodnie z logiką ANT przy użyciu charakterystycznych dla tej koncepcji pojęć. W Google Flu Trends znajdujący się w centrum kalkulacyjnym zespół inżynierów był rzecznikiem hybrydy, powstałej przez związanie różnych rodzajów wirusów wywołujących grypę i terytorium Stanów Zjednoczonych. Zespół można nazwać aktorem ludzkim, zaś hybrydę aktorem/aktantem pozaludzkim (*nonhuman*). Niejako „pomiędzy”, choć może bardziej „dookoła” tych aktorów zbudowano sieć wielokrotnych i wielokierunkowych translacji, bez których inżynierowie nie mogliby tak silnie przemówić w imieniu reprezentowanej hybrydy. Wyróżnić można m.in. generowanie reprezentacji hybrydy wirusów grypy i terytorium kraju przez rozpoznanie choroby przez lekarza (a właściwie hybrydy lekarza, jego narzędzi, jego wiedzy i instytucji jaką jest poradnia) i zapis w raportach placówek medycznych, tej samej hybrydy przez rozpoznanie objawów choroby przez zarażonych, ich bliskich czy znajomych (z których to aktorów właściwie każdego można potraktować jako hybrydę) i generowanie reprezentacji objawów choroby przez zapytania wpisywane w wyszukiwarkę Google. Nie zapominajmy o Internecie – to aktor, bez którego translacja na pewno by nie zaszła. Zapis danych na serwerach Google to kolejna translacja; tu do sieci włącza się coraz więcej aktorów pozaludzkich. Serwer to infrastruktura informatyczna, na której przechowuje się dane w bazie czy bazach o określonej architekturze (np. relacyjnej bądź nierelacyjnej), czyli serwer to jeden aktor, a baza drugi. Innym aktorem będzie oprogramowanie analityczne, za pomocą którego inżynier ma dostęp do danych. To oprogramowanie służy do wykonania kolejnej translacji pomiędzy hybrydą (wirusy

i terytorium), zwanej w języku modelowania matematycznego zmienną zależną lub zmienną celu, a zmiennymi niezależnymi, tzw. predyktorami, czyli „googlowanymi” zapytaniami. W tej translacji uczestniczy wielu aktorów, jak teorie statystyczne (np. korelacja liniowa jako jedna z miar siły związku między zmiennymi), algorytmy porównujące siłę korelacji, czy ogólniej rzecz ujmując (jak postąpiliśmy w przypadku lekarza) inżynier: hybryda człowieka, narzędzi, wiedzy i firmy. Charakterystyczne dla Big Data koncepcje $N = \text{all i, „co? zamiast dlaczego?”}$ uznajemy za aktora wchodzącego w skład tej hybrydy (inżyniera Google). Wydaje się, że bardzo ważnym aktorem-siecią będzie uzyskany model matematyczny, którego to rezultatem jest „ostateczna” czy „finalna” reprezentacja zmiennej celu, czyli wyświetlany nieomal w czasie rzeczywistym zasięg występowania grypy. Oczywiście można wskazać jeszcze bardzo wielu aktorów, jak chociażby firmę Google, rząd USA, odbiorców prognozy Google Flu Trends, jej komentatorów i krytyków czy może B. Latoura, Teorię Aktora-Sieci, autorów wymienionych Tu w bibliografii czy piszącego właśnie te słowa. Wracając do centrum kalkulacyjnego w biurach Google dałoby się z kolei wskazać takich aktorów jak klawiatura komputera, klimatyzacja lub pita przez inżynierów kawa; nie ulega wątpliwości, że każdy z tych podmiotów zmienia stan rzeczy i wprowadza jakąś różnicę w przebiegu działania jakiegoś innego podmiotu czyli jest uczestnikiem działania.

Powyższy opis ma charakter ilustracyjny i bardzo skrótowy. Wydaje się, że jego jakość mogłaby zostać podniesiona przez dokładne prześledzenie czynności wykonywanych przez inżynierów, poznanie ich zaplecza teoretycznego, używanego sprzętu i oprogramowania. Za najważniejszy wniosek z powyższego opisu uznajemy to, że zbudowanie takiej sieci jak Google Flu Trends nie było możliwe kilkanaście lat temu, ponieważ nie wytworzyło się jeszcze wielu budujących ją aktorów. Niestety nie daje to jednoznacznej odpowiedzi na pytanie czy Big Data to nowa wiedza, o czym w podsumowaniu.

4. Podsumowanie

Określić „nowość” wiedzy wytwarzanej przy pomocy Big Data można jedynie w opozycji do wiedzy „starej”. Rodzi to jednak dwa epistemologiczne problemy: co to jest stara wiedza, i wiedza w ogóle. Z perspektywy klasycznej epistemologii wiedza określana jest wielorako; na potrzeby tego podsumowania przywołamy definicję, że „wiedza jest **funkcją działania podmiotu w stosunku do zmieniającego się środowiska**. Przyjmowanie, kumulowanie sygnałów niosących informację czy też wyłącznie syntaktycznie zorganizowane i reprezentowanie rzeczywistości przez systemy informacji nie wystarczają, aby można było powiedzieć, że systemy takie posiadają wiedzę.” (podkr. oryginalne) [29, s. 326-327]. Znaczy to, że w wyniku Big Data uzyskujemy informacje, a wiedza jest własnością ludzką, polegającą na przekuciu jej informacji w decyzje i działanie. Z drugiej strony samo Big Data, nie jako rezultat konkretnego zastosowania, jest właściwie wdrożeniem informacji z zakresu m.in. informatyki, elektroniki, matematyki, będący swoistą odpowiedzią na zmieniające się

środowisko, czyli tzw. zalew danych. Może więc Big Data to raczej nowa, uniwersalna metodologia i niezbędne do jej zastosowania narzędzia? Może Big Data to nowy paradygmat [30], a dziedzinowych ekspertów czeka zapomnienie [1]? Nowością wydają się być dwie „dyrektywy metodologiczne”: nieobecne w tradycyjnych badaniach ilościowych podejście $N = all$ i rezygnacja z wyjaśniania na rzecz korelacji czyli „co? zamiast dlaczego?”. Przy tym, jak w każdym empirycznym badaniu ilościowym, mamy do czynienia z indukcją, co nie jest żadną nowością. Wreszcie z perspektywy ANT możemy mówić nie tyle o nowej wiedzy, co o nowym świecie – nowej zbiorowości, nowych aktorach-sieciach i relacjach między nimi. Jednak w ten sposób każdą „zdobycz cywilizacji”, nowinkę techniczną, nową teorię czy właściwie każdego nowo narodzonego człowieka wolno by uznać za zmieniających świat.

Dalsze badania nad zjawiskiem Big Data w kontekście wiedzy i jej „nowości” wymagają po pierwsze silnego umocowania teoretycznego pojęć sygnału, informacji i wiedzy. Sięgnąć należy zarówno do klasycznych koncepcji epistemologicznych, jak i wykraczających poza te ram (czego przykładem jest ANT). Po drugie ważne będzie umocowanie empiryczne np. za pomocą terenowych badań jakościowych inspirowanych etnografią laboratorium czy szerzej Studiami nad Nauką i Techniką (*Science and Technology Studies*; STS). Autor tej pracy kontynuuje badania w ramach przygotowywanej rozprawy doktorskiej.

Literatura

1. Cukier K., Mayer-Schönberger V., *Big Data. Rewolucja, która zmieni nasze myślenie, pracę i życie*, MT Biznes Ltd., (2014), Warszawa
2. Minelli M., Chambers M., Dhiraj A., *Big Data, Big Analytics. Emerging business intelligence and analytic trends for today's businesses*, John Wiley & Sons Inc., (2013), New Jersey
3. Google Trends, <https://www.google.pl/trends/explore?q=Big%20Data>
4. Gandomi A., Haider M., *Beyond the hype: Big data concepts, methods, and analytics*, International Journal of Information Management, 35/2 (2015), s. 137-144, <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijinfomgt.2014.10.007>
5. Laney D., *3-D data management: Controlling data volume, velocity and variety*, Application delivery strategies META Group Inc., (2001), <http://blogs.gartner.com/douglaney/files/2012/01/ad949-3D-Data-Management-Controlling-Data-Volume-Velocity-and-Variety.pdf>
6. Ohlhorst F. J., *Big Data Analytics: Turning Big Data into Big Money*, Wiley and SAS Business Series, (2013)
7. Soubra D., The tree Vs that define big data, Data Science Central, (2012), <http://www.datasciencecentral.com/forum/topics/the-3vs-that-define-big-data>
8. Berman J. J., *Principles of Big Data: Preparing, Sharing, and Analyzing Complex Information*, Morgan Kaufmann, Elsevier, (2013)
9. Chen H., Chiang R. H. L., Storey V. C., *Business intelligence and analytics: From big data to big impact*, MIS Quarterly, 36/4 (2012), s. 1165-1188

10. Kwon O., Lee N., Shin B., *Data quality management, data usage experience and acquisition intention of big data analytics*, International Journal of Information Management, 34/3 (2014), s. 387-394, <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijinfomgt.2014.02.002>
11. TechAmerica Foundation's Federal Big Data Commission, *Demystifying big data: A practical guide to transforming the business of Government*, (2012), <http://www.techamerica.org/Docs/fileManager.cfm?f=techamerica-bigdatareport-final.pdf>
12. Przanowski K., *Credit Scoring w erze Big Data*, Oficyna Wydawnicza Szkoła Główna Handlowa w Warszawie, (2014), Warszawa
13. Paharia R., *Lojalność 3.0: jak zrewolucjonizować zaangażowanie klientów i pracowników dzięki big data i grywalizacji*, MT Biznes Ltd., (2014), Warszawa
14. Turner V., *The Digital Universe of Opportunities*, IDC (04.2014), <http://www.emc.com/leadership/digital-universe/2014view/index.htm>
15. UNECE, *How big is Big Data? Exploring the role of Big Data in Official Statistics*, (2014), <http://www1.unece.org/stat/platform/pages/viewpage.action?pageId=99484307>
16. Manovich L., *Język nowych mediów*, Oficyna Wydawnicza Łódźgraf, (2012), Warszawa, s. 335
17. Dijck J. van, *Datafication, dataism and dataveillance: Big Data between scientific paradigm and ideology*, Surveillance & Society, 12/2014, s. 197-208
18. <https://pl-pl.facebook.com/QuantifiedSelfPoland>
19. Ginsberg J., Mohebbi M. H., Patel R. S., Brammer L., Smolinski M. S., Brilliant L., *Detecting influenza epidemics using search engine query data*, Nature, 457 (2009), s. 1012-1014, doi:10.1038/nature07634
20. Lazer D., Kennedy R., *What We Can Learn From the Epic Failure of Google Flu Trends*, Wired, (01.10.2015), <https://www.wired.com/2015/10/can-learn-epic-failure-google-flu-trends>
21. Fung K., *Google Flu Trends' Failure Shows Good Data > Big Data*, Harvard Business Review (25.03.2014), <https://hbr.org/2014/03/google-flu-trends-failure-shows-good-data-big-data>
22. Lazer D., Kennedy R., King G., Vespignani A., *The Parable of Google Flu: Traps in Big Data Analysis*, Science 343/6167 (2014), s. 1203-1205, doi: 10.1126/science.1248506
23. Dugas A. F., Hsieh Y., Levin S. R., Pines J. S., Mareiniss D., Mohareb A., Gaydos C. A., Perl T. M., Rothman R. E., *Google Flu Trends: Correlation With Emergency Department Influenza Rates and Crowding Metrics*, Clinical Infection Diseases 54/4 (2012), s. 463-469, doi:10.1093/cid/cir883
24. Abriszewski K., *Wszystko otwarte na nowo. Teoria Aktora-Sieci i filozofia kultury*, Wydawnictwo Naukowe UMK, (2010), Toruń
25. Abriszewski K., *Poznanie, zbiorowość, polityka. Analiza Teorii Aktora-Sieci Bruno Latura*, TAIWPN UNIWERSITAS, (2012), Kraków
26. Latour B., *Splatając na nowo to, co społeczne. Wprowadzenie do Teorii Aktora-Sieci*, TAIWPN UNIWERSITAS, (2010), Kraków
27. Latour B., *Nadzieja Pandory. Esej o rzeczywistości w studiach nad nauką*, Wydawnictwo Naukowe UMK, (2013), Toruń
28. Latour B., *Nigdy nie byliśmy nowoczesni. Studium z antropologii symetrycznej*, Oficyna Naukowa, (2011), Warszawa
29. Hetmański M., *Epistemologia informacji*, Copernicus Center Press, (2013), Kraków
30. Kitchin R., *Big Data, new epistemologies and paradigm shifts*, Big Data and Society SAGE (Jun 2014), doi: 10.1177/2053951714528481

Big Data – nowa wiedza?

Praca jest przyczynkiem do studium socjologicznego zjawiska Big Data. Analiza podjęta jest z perspektywy socjologii wiedzy, przy czym koncentrujemy się na specyficznej optyce, jaką zaproponowano w ramach Teorii Aktora-Sieci. Podjęto poszukiwanie odpowiedzi na pytanie czy zjawisko Big Data doprowadza właśnie teraz do porównywalnego z wynalezieniem druku czy maszyny parowej przełomu w rozwoju cywilizacji, a konkretniej w metodach i możliwościach poznania świata. Planowana jest kontynuacja badań Big Data w nurcie etnograficznym, zainspirowanym Studiami nad Nauką i Technką.

Słowa kluczowe: Big Data, wiedza, Teoria Aktora-Sieci, metodologia

Big Data – The New Knowledge?

The work is a contribution to the sociological study of the phenomenon of Big Data. The analysis is undertaken from the perspective of the sociology of knowledge, with the focus on a specific optics, which was proposed in the framework of the Actor-Network Theory. It was the search for answers to the question whether the phenomenon of Big Data brings just now a breakthrough comparable to the invention of printing or steam machines. Breakthrough in the development of civilization, and more specifically in the methods and possibilities of knowing the world. It is planned to continue the research of Big Data in the ethnographic way, inspired by Science and Technology Studies.

Keywords: Big Data, knowledge, Actor-Network Theory, methodology

Hospicjum perinatalne jako alternatywa dla aborcji

1. Wstęp

Nowoczesna medycyna pozwala na wykrycie licznych wad genetycznych i wrodzonych u nienarodzonego dziecka oraz daje racjonalne możliwości podejmowania decyzji, związanych z leczeniem. Rodzice konfrontują się z bardzo trudnym dylematem etyczno-moralnym, który wiąże się z dokonaniem wyboru między aborcją, a urodzeniem dziecka z poważnymi uszkodzeniami. W dzisiejszych czasach, decyzje o dalszym życiu dziecka podejmuje personel medyczny wspólnie z rodzicami, mając na uwadze szacunek i godność człowieka.

Chwila narodzin dziecka z wadą letalną często staje się dla niego chwilą śmierci. Większość rodziców oczekuje na narodziny dziecka bez względu na jego chorobę. Diagnoza jaką otrzymują rodzice wywołuje często liczne lęki i obawy o przyszłość dzieci, które przeżyją poród. Hospicjum perinatalne stworzone zostało z myślą o nienarodzonych dzieciach, które z powodu stwierdzenia wad letalnych mają niewielkie szanse przeżycia. Umożliwia również rodzicom uzyskiwanie pomocy specjalistów, którzy wspierają ich w trakcie trwania ciąży oraz po urodzeniu dziecka. Możliwość przywitania się z dzieckiem po porodzie, a zarazem godne pożegnanie się jest jednym z najważniejszych momentów jaki przeżywają rodzice.

Celem pracy było określenie roli i głównych założeń funkcjonowania hospicjów perinatalnych, jak również analiza różnych aspektów, które towarzyszą procesowi podejmowania decyzji, odnośnie losów dziecka z wadami letalnymi.

2. Granice ratowania życia

2.1. Wady letalne a uporczywa terapia

Rozwój medycyny umożliwia wczesną diagnozę w okresie prenatalnym wad wrodzonych, które mogą wymagać interwencji lekarskiej jeszcze w trakcie ciąży lub po porodzie. W przypadku gdy dziecko nie ma szans na przeżycie spotkamy się z tak zwanymi wadami letalnymi. Jedną z definicji wad letalnych u noworodka podaje, że jest to "zaburzenie rozwojowe prowadzące do przedwczesnej śmierci, bez względu na

¹drogala@cm.umk.pl, Katedra Onkologii, Radioterapii i Ginekologii Onkologicznej, Wydział Nauk o Zdrowiu, UMK w Toruniu Collegium Medicum im. L. Rydygiera w Bydgoszczy CM UMK w Toruniu

²Katedra Fizjoterapii, Zakład Psychologii Rehabilitacyjnej UMK w Toruniu Collegium Medicum im. L. Rydygiera w Bydgoszczy

³Studentka, magister Położnictwa UMK w Toruniu Collegium Medicum im. L. Rydygiera w Bydgoszczy

zastosowane leczenie” [1]. Z badań pochodzących z Polskiego Rejestru Wrodzonych Wad Rozwojowych w Poznaniu, w Polsce rocznie rodzi się około 7 tysięcy dzieci z co najmniej jedną wadą rozwojową, a wady letalne występują w przypadku 70% zgonów dzieci. Duży odsetek dzieci umiera w szpitalu co często wiąże się z poddaniem ich intensywnej terapii bądź chirurgicznym zabiegom. Takie postępowanie z dziećmi po narodzeniu przybiera znamiona uporczywej terapii, która niezależnie od zastosowanej technologii medycznej narusza godność dziecka [2]. Uporczywa terapia zalicza się do procedur medycznych, które podtrzymują funkcje życiowe nieuleczalnie chorego człowieka. Regulacje prawne nie dają żadnych możliwości rodzicom dzieci z wadami letalnymi, aby mogli zrezygnować z leczenia i wypisać dziecko ze szpitala. Rzecznik Praw Obywatelskich apeluje o ochronę przed bólem, cierpieniem, a także zbędnymi zabiegami leczniczymi i badaniami dla dzieci śmiertelnie chorych. Sugeruje, iż przysługuje im całościowa opieka hospicjum domowego, która ma na celu zapewnienie potrzeb ukierunkowanych na poprawę jakości życia [3].

2.2. Eutanazja na oddziale neonatologicznym

Termin „eutanazja” pochodzi od greckiego słowa *eu-thanatos* (eu – dobry i *thánatos* – śmierć). Współcześnie eutanazja oznacza postępowanie lub też zaniechanie, które ma na celu śmierć lecz uważana jest jako dobro dla osoby uśmiercanej. Eutanazja posiada różne formy, lecz nie wpływa to na moralną ocenę postępowania. Jedną z definicji, którą można znaleźć w literaturze bioetycznej jest definicja mówiąca, iż eutanazja ma miejsce w momencie jeśli lekarz poda nieuleczalnie choremu oraz cierpiącemu człowiekowi środki, które mają spowodować nagłą śmierć. Takie postępowanie uznaje się jako zabójstwo z litości. Natomiast definicja, z którą można spotkać się częściej to podanie środka, który ma na celu spowodowanie śmierci oraz zaniechanie od uporczywej terapii. Uznawane jest to jako zabicie, jak również przyzwolenie na śmierć chorego. Według etyki eutanazja jest radykalną niesprawiedliwością, ponieważ narusza prawo do życia każdego człowieka. Każda eutanazja wzbudza konflikt wartości życia. Jan Paweł II, który w encyklice *Evangelium Vita* przedstawia złożoność rzeczywistości istniejącą pod pojęciem eutanazji wskazuje, iż „od eutanazji należy odróżnić decyzję o rezygnacji z tak zwanej uporczywej terapii tożnaczy z pewnych zabiegów medycznych, które przestały być adekwatne do realnej sytuacji chorego, ponieważ nie są już współmierne do rezultatów, jakich można by oczekiwać lub też są zbyt uciążliwe dla samego chorego i jego rodziny”. Gdy dochodzi do eutanazji w okresie perinatalnym istnieje konieczność rozróżnienia pomiędzy zaniechaniem od uporczywej terapii, a stosowaniem leczenia, które przedłuża cierpienie bez nadziei na wyzdrowienie. W takich sytuacjach w procesie decyzyjnym powinny uczestniczyć komitety bioetyczne, który wystawiałyby niezależną opinię [4].

Resuscytację noworodków przeprowadza się zgodnie z wytycznymi Europejskiej Rady Resuscytacji (ang. *European Resuscitation Council* – ERC) z 2010 roku: „Reanimacja noworodka umierającego, po długotrwałej intensywnej terapii, nieprzytomnego

bez szans na powodzenie jest zadawaniem mu niepotrzebnego cierpienia i ostatecznie nie jest podejmowana”. Zespół ekspertów przygotowujący Rekomendacje Etyczne w Perinatologii odnoszące się do postępowania z noworodkiem umierającym, wskazuje, aby przy podejmowaniu krytycznych decyzji zwrócić szczególną uwagę na czynniki prenatalne oraz stan kliniczny dziecka zaraz po urodzeniu, które wpływają na rokowanie. Noworodek urodzony przed 23 tygodniem ciąży jest ograniczony co do opieki paliatywnej, natomiast przy noworodku urodzonym po 23 tygodniu ciąży i 6 dniach jest konieczność pełnej opieki paliatywnej z wyjątkiem, w którym uwidaczniają się czynniki poprawiające rokowanie dziecka zawarte w Rekomendacjach. Problem, który nadal pojawia się wśród lekarzy neonatologów jest odstąpienie od uporczywej terapii, gdy w praktyce wiąże się to z odłączeniem dziecka od respiratora. Na oddziale intensywnej terapii noworodka nie spotkamy się z przerwaniem czynności podtrzymujących podstawowe funkcje życiowe, zanim serce nie przestanie pracować. Jeśli doszłoby do takiej sytuacji jednoznaczne byłoby to z zaakceptowaniem zaprzestania wsparcia oddechu, krążenia oraz odżywiania u żyjącego dziecka [4].

Wytyczne dotyczące podejmowania decyzji zgodnie z zasadami etyki przedstawiono poniżej:

- Rodzice zawsze powinni wspólnie z lekarzem brać udział podczas podejmowania decyzji. Rola lekarza to dostarczenie rodzicom wszystkich niezbędnych informacji do decydowania o życiu lub śmierci swojego dziecka;
- Jeżeli mogą pojawić się jakiegokolwiek wątpliwości co do zdolności do życia noworodka z powodu braku wystarczającej liczby danych dotyczących rozpoznania i ciężkości stanu dziecka lub rokowania, należy podtrzymać czynności życiowe aż do wyjaśnienia sytuacji;
- We wszystkich szpitalach powinny być powołane komisje etyczne, które pomogłyby pediatrze wówczas, gdy zagadnienia podtrzymywania życia lub właściwego leczenia nie są jasne, gdy życzenia rodziców pozostają sprzeczne z poglądami lekarza lub gdy rodzice nie są kompetentni i nie mogą brać udziału w podejmowaniu decyzji;
- Decyzja o zaprzestaniu podtrzymywania funkcji życiowych powinna zostać podjęta tylko wtedy, gdy nie istnieją żadne wątpliwości, że terapia jest tylko przedłużeniem umierania lub gdy obciążenia z nią związane przekraczają jakiegokolwiek korzyści dla noworodka [4].

Pogodzenie się ze śmiercią dziecka jest dla większości par niezwykle trudne. Bardzo często rodzice proszą, aby ich dziecko nie było odłączone od aparatury podtrzymującej życie, mimo, że została stwierdzona śmierć mózgu. W takich momentach szczególnie ważne jest wsparcie psychologa oraz duszpasterza [5].

Specyfika opieki nad noworodkiem z wadami letalnymi polega na zaspokajaniu jego podstawowych potrzeb czyli trosce o higienę, pożywienie, pojenie oraz towarzyszenie umierającemu. Są to jedyne czynności, które może wykonać personel, aby nie przeszkadzać ani dziecku ani rodzinie. Sposób radzenia sobie z sytuacją przez

personel oddziałów neonatologicznych zależy od wielu czynników. Ważną rolę w takich momentach odgrywa doświadczenie zawodowe oraz wiedza specjalistyczna lekarzy, pielęgniarek i położnych, ponieważ mając styczność ze śmiercią potrafią zapanować na emocjami, wdrożyć logiczną i praktyczną pomoc, a zarazem okazać wyrozumiałość. Ich postawa moralna, umiejętności w zakresie komunikacji interpersonalnej wnoszą wiele spokoju i godnego wsparcia dla wszystkich osób będących powiązanych z sytuacją [4].

Zdaniem dr T. Dangel polskie prawo powinno dostosować się do dzieci, które są nieuleczalnie chore i chronić je przed uporczywą terapią jaką stosują lekarze. System prawny jakim dysponuje Polska powinien umożliwiać rodzicom wybór między leczeniem, które ma na celu przedłużenie życia, gdy szansa na wyleczenie jest znikoma a odstąpieniem od uporczywej terapii, która na siłę przedłuża życia i kierować do ośrodków opieki paliatywnej. Większość lekarzy powinna ustosunkować się do decyzji rodziców i nie wywierać na nich presji aby uzyskać zgodę na uporczywą terapię lub eksperymenty lecznicze. Tylko w nielicznych szpitalach funkcjonują komitety etyki klinicznej, które mają na celu pomoc rodzicom, a także lekarzom aby decyzje były podejmowane niezależnie. Postuluje, aby uznać pediatriczną medycynę paliatywną jako równoprawną część pediatrii oraz perinatologii [6].

3. Hospicjum perinatalne

Termin „hospicjum” pochodzi od łacińskiego słowa *hospitium* i ma również kilka znaczeń: gościnność, ugoszczenie, gościnne przyjęcie oraz dom gościnny, gospoda [7]. Inna definicja określa je jako „samodzielny zakład opieki zdrowotnej sprawujący wielodyscyplinarną opiekę: medyczną, psychologiczną, duchową i społeczną nad chorymi znajdującymi się w terminalnym okresie choroby oraz opiekę nad rodzinami chorych.” [8].

Określenie hospicjum perinatalne (ang. *perinatal palliative care*) zostało wprowadzone po raz pierwszy w Stanach Zjednoczonych. Twórcy tej koncepcji nawiązują do przesłania dr Cicely Suauders, angielskiej pielęgniarki, która w 1967 roku utworzyła pierwszy specjalistyczny ośrodek dla umierających na nowotwory pod nazwą Hospicjum św. Krzysztofa w Londynie, które brzmi: „Liczysz się ponieważ jesteś tym kim jesteś. Liczysz się do ostatniej chwili swojego życia. Zrobimy wszystko co w naszej mocy, nie tylko pomagając Ci spokojnie umrzeć, ale także żyć aż do śmierci.” [9].

Hospicjum perinatalne powstało z myślą o rodzinach, u których w trakcie trwania ciąży wykryto wady letalne płodu. Perinatalna opieka paliatywna jest względnie nową gałęzią opieki paliatywnej nad dziećmi. Działalność hospicjum perinatalnego opiera się na profesjonalnym wsparciu rodziny w okresie przedporodowym, śródporodowym i poporodowym, obejmując opiekę paliatywną nad dzieckiem urodzonym z wadami letalnymi. Opieka nad dzieckiem nieuleczalnie chorym prowadzona jest na oddziale neonatologii lub w domu, przez rodziców i hospicjum, gdy dziecko przeżyje poród i zostanie wypisane ze szpitala. Głównymi osobami pomagającymi rodzicom są

lekarze pediatrizy neonatolodzy, ginekolodzy, pielęgniarki i położne, psychologowie, rehabilitanci, duszpasterze i wolontariusze. Oddziały hospicyjne dzienne znajdują się najczęściej w dużych miastach. Wspomagane są przez fundacje i organizacje charytatywne. Ośrodki opieki dziennej mają na celu zapewnienie optymalnej jakości życia chorego poprzez korzystanie z pomocy, którą niesie doświadczony zespół. Pozwala to rodzicom lepiej zrozumieć swoją sytuację, a także zachować godność i szacunek dla dziecka i siebie samych. Zespół hospicyjnej opieki domowej funkcjonuje przy pomocy pielęgniarek środowiskowych i lekarzy wraz z udziałem zespołu hospicjum, który tworzy dwóch lekarzy lub lekarz i student medycyny, oraz trzy pielęgniarki i trzech wolontariuszy. Wiele rodzin gdy tylko istnieje taka możliwość wybiera ten rodzaj opieki, ponieważ okres choroby, który towarzyszy im i ich dziecku jest jednym z trudniejszych momentów w ich życiu. Dla wielu rodziców konieczność podjęcia decyzji pojawia się po urodzeniu dziecka, gdy dowiadują się, że ich dziecko może żyć jeszcze kilka dni, a nawet dłużej [7, 8, 9].

Hospicja perinatalne są znane na całym świecie. Nazywane są hospicjami okołoporodowymi, w których nie jest najważniejsze leczenie lecz opieka nad matką w ciąży, dzieckiem i ojcem dziecka oraz wsparcie w trudnych chwilach, gdzie współczucie i miłość idzie w parze z godnością i zrozumieniem. W Stanach Zjednoczonych, gdzie powstały pierwsze hospicja, jest ich około stu. Są to nie tylko szpitale, kliniki, ale również domy narodzin czy instytucje działające przy fundacjach dla dzieci chorych. Najprężniej działające ośrodki w USA to:

- „Bebitos Angelitos” w stanie California od 1981 r.;
- „Life Choices Pregnancy Clinic of Ojai Valley” w stanie California od 1984 r.;
- „Aleksandra House” w stanie Kansas City od 1997 r.

W Europie niestety takich ośrodków jest bardzo mało. Znajdziemy je we Francji, Niemczech, Anglii, Irlandii oraz we Włoszech, Szkocji, Hiszpanii i Polsce [10]. W Polsce najstawniejszym hospicjum dla nienarodzonych dzieci jest hospicjum perinatalne w Warszawie utworzone w 2009 r., wspierane przez Fundację Warszawskie Hospicjum dla Dzieci działającą od 1994 r. Głównym założycielem fundacji był dr Tomasz Dangel, który pracował jako anestezjolog pediatryczny w Centrum Zdrowia Dziecka i zajmował się leczeniem bólu u dzieci. Kiedy dr Joanna Szymkiewicz-Dangel, w wyniku zdiagnozowania w badaniach prenatalnych u dziecka wrodzonej wady serca, postanowiła przekazać matkę z chorym dzieckiem w jej łonie do działającego wtedy hospicjum dla dzieci, narodziła się myśl, aby rozpocząć działalność w kierunku założenia hospicjum perinatalnego. W miarę postępu związanego z rozwojem hospicjum małżeństwo postanowiło wesprzeć rozwój hospicjów dziecięcych w różnych krajach Europy.

Obecnie w Polsce działa kilka hospicjów perinatalnych, do których należą:

- Warszawskie Hospicjum dla Dzieci, początek działalności 2009 rok.;
- Hospicjum w Gdańsku, początek działalności 2013 rok – drugie w Polsce;
- Śląskie Hospicjum Perinatalne, początek działalności 2013 rok;

- Wrocławskie hospicjum dla dzieci, początek działalności 2013 rok;
- Łódzkie Hospicjum dla Dzieci, początek działalności 2014 rok.

Według WHO opieka paliatywna będąca zarazem synonimem opieki hospicyjnej jest podejściem polepszającym wartość życia pacjentów i ich rodzin, którzy walczą z chorobą, poprzez zapobieganie i ulgę w udreće za pomocą szybkiego rozpoznania, oceny i leczenia bólu, a także związanych z tym innych problemów natury fizycznej, duchowej i psychosocjalnej [11].

Opieka paliatywna dla dzieci reprezentuje specjalne, lecz bardzo blisko powiązane aspekty z opieką paliatywną dorosłych. Definicja WHO opieki paliatywnej odpowiedniej dla dzieci oraz ich rodzin jest następująca, a zasady znajdują zastosowanie dla innych dzieci z przewlekłymi zaburzeniami:

- Opieka paliatywna dla dzieci jest całościową i aktywną opieką dziecięcego ciała umysłu i ducha oraz obejmuje udzielanie wsparcia rodzinie;
- Inicjacja choroby zaczyna się gdy jest diagnozowana i trwa niezależnie od tego czy dziecko uzyskuje leczenie ukierunkowane na chorobę;
- Służba zdrowia musi ocenić i załagodzić cierpienie natury fizycznej, społecznej i psychologicznej dziecka;
- Skuteczna opieka paliatywna wymaga rozległego interdyscyplinarnego podejścia wraz z udziałem rodziny i dostępnych środków społecznych; może być stosowana, nawet gdy zasoby są ograniczone;
- Może być przewidziana w ośrodkach o trzecim stopniu referencyjności, domach dziecka oraz ośrodkach rejonowych. [WHO 1998].

Rozpoznanie i ustalenie nieuleczalnej choroby płodu umożliwi rodzicom poródw rejonowym ośrodku, wśród najbliższych. Jest to jedna z najbardziej istotnych możliwości, ponieważ rodzina może spokojnie przygotować się fizycznie i psychicznie do porodu nieuleczalnie chorego dziecka [11, 12, 13].

4. Podsumowanie

Przyszły rozwój diagnostyki prenatalnej będzie udzielał lepszych, dokładniejszych i wcześniejszych diagnoz dotyczących patologii u płodów. W przypadkach gdzie rokowanie co do wyleczenia oraz przeżycia może okazać się złe, należy okazać rodzicom inną formę pomocy. Jest nią opieka hospicyjna stosowana jako alternatywa wobec aborcji, która prawnie i etycznie chroni dziecko przed cierpieniem, ryzykownymi zabiegami, a dla rodziny daje gwarancję wszechstronnego wsparcia.

Decyzje podejmowane przez lekarzy dotyczące zaniechania oraz wycofania się z uporczywego leczenia przedłużającego życie coraz częściej spotykamy we wszystkich ośrodkach. Wzrasta liczba dzieci, które są leczone przez hospicja domowe. Świadczyć to może o stopniowej ewolucji decyzji lekarzy w kierunku odstąpienia od uporczywej terapii na rzecz opieki hospicyjnej.

Literatura

1. Ledwon M., *Psychologiczne aspekty diagnostyki prenatalnej wad wrodzonych*, Łódź 2004
2. Latos-Bieleńska A., *Wrodzone wady rozwojowe w Polsce w latach 2005-2006*, Wydawnictwo Naukowe Uniwersytetu Medycznego im. Karola Marcinkowskiego w Poznaniu, Poznań 2010
3. Dangel T., *Wady letalne u noworodków*, *Standardy Medyczne.*, 9 (31) (2007), s. 108-110
4. Pilewska-Kozak A., Dobrowolska B., Piasecka I., Pałucka K., *Problemy moralne w opiece nad noworodkiem przedwcześnie urodzonym*, *Problemy Pielęgniarstwa.*, 21 (4) (2013), s. 542-550
5. Szewczyk K., *Dyskusja: O racjonalne decyzje w opiece neonatalnej*, Polskie Towarzystwo Bioetyczne 2012
6. Dangel T., *Wady letalne u płodów i noworodków, opieka paliatywna jako alternatywa wobec eugenicznej aborcji, eugenicznego dzieciobójstwa i uporczywej terapii*, Fundacja Warszawskie Hospicjum dla Dzieci, Warszawa 2007
7. Bartoszek A., *Człowiek w obliczu cierpienia i umierania. Moralne aspekty opieki paliatywnej*, Księgarnia św. Jacka, Katowice 2000
8. Murkowski M., Koronkiewicz A., Chlipalski A., *Hospicjum (zespół opieki paliatywnej): organizacja, projektowanie, wyposażenie*, Centrum Organizacji i Ekonomiki Ochrony Zdrowia, Kraków 1993
9. Dangel T., *Opieka paliatywna w onkologii dziecięcej*, Fundacja Warszawskie Hospicjum dla Dzieci, Warszawa 2006
10. Perinatal hospice/palliative care programs nad support, http://perinatalhospice.org/Perinatal_hospices.html#International [dostęp z dnia: 16.05.2014r.]
11. Dangel T., *Zaniechanie i wycofanie się z uporczywego leczenia podtrzymującego życie u dzieci*, Polskie Towarzystwo Pediatryczne, Warszawa 2011
12. Dangel T., *Decyzje dotyczące dzieci z nieuleczalnymi chorobami prowadzącymi do przedwczesnej śmierci w perinatologii*, Fundacja Warszawskie Hospicjum dla Dzieci, Warszawa 2008
13. Dangel T., *Opieka paliatywna w perinatologii*, Fundacja Warszawskie Hospicjum dla Dzieci, Warszawa 2005
14. Karta ACT <http://www.hospicjum.waw.pl/phocadownload/Etyka/KartaACTDlaDzieciZeSchorzeniamiZagrazajacymiZyciuIIchRodzin.pdf> [dostęp z dnia: 14.05.2014r.]

ANEKS

Stowarzyszenie na Rzecz Dzieci ze Schorzeniami Zagrożającymi Życiu lub w Stanach Terminalnych oraz ich Rodzin (ang. The Association for Children with Life-threatening or Terminal Conditions and their Families – ACT).

Karta ACT dla dzieci ze schorzeniami zagrażającymi życiu i ich rodzin:

1. Każde dziecko będzie traktowane z godnością, szacunkiem i zapewnieniem prywatności bez względu na jego możliwości psychofizyczne.
2. Rodzice będą uznawani za głównych opiekunów i traktowani jako partnerzy podczas całej opieki oraz w podejmowaniu wszelkich decyzji dotyczących ich dziecka.
3. Każde dziecko otrzyma możliwość udziału w podejmowaniu decyzji dotyczących sprawowanej nad nim opieki, zgodnie ze swoim wiekiem i pojmowaniem.
4. Każda rodzina otrzyma możliwość uzyskania konsultacji z pediatrą będącym specjalistą w zakresie schorzenia dotyczącego jej dziecka.
5. Informacja będzie dostępna dla rodziców, a także dla dziecka i rodzeństwa, zgodnie z ich wiekiem i pojmowaniem. Zainteresowanie innych krewnych w tym zakresie zostanie również zaspokojone.
6. Uczciwość i szczerłość będą podstawowymi zasadami udzielania informacji, które będą przekazywane delikatnie i odpowiednio do wieku i pojmowania.
7. Dom rodzinny pozostanie głównym miejscem opieki, zawsze gdy tylko będzie to możliwe. Każdy inny rodzaj opieki będzie sprawowany przez wykwalifikowany personel pediatryczny w środowisku dostosowanym do potrzeb dziecka.
8. Każde dziecko będzie miało zapewniony dostęp do nauki. Dołoży się starań by zachęcić dziecko do udziału w innych zajęciach.
9. Każda rodzina będzie przypisana do konkretnego opiekuna, który umożliwi jej stworzenie odpowiedniego systemu wsparcia.
10. Każda rodzina uzyska dostęp do elastycznej i fachowej pomocy umożliwiającej okresowe wytchnienie w codziennych obowiązkach wobec chorego dziecka, zarówno we własnym domu jak i w warunkach "domu poza domem" (tzn. w specjalnym domu dającym możliwość wytchnienia od codziennych obowiązków, gdzie rodzina może okresowo zamieszkać z dzieckiem lub pozostawić je pod fachową opieką; instytucje takie działają w Wielkiej Brytanii).
11. Każda rodzina uzyska dostęp do opieki domowej sprawowanej przez pielęgniarkę wykwalifikowaną w pediatrii.
12. Każda rodzina będzie mogła korzystać z kompetentnych i delikatnych porad, praktycznej pomocy oraz wsparcia finansowego.
13. Każda rodzina będzie mogła korzystać z pomocy domowej w okresach szczególnie trudnej sytuacji w domu.
14. Wsparcie w okresie żałoby będzie dostępne dla całej rodziny tak długo jak okaże się to potrzebne [14].

Hospicjum perinatalne jako alternatywa dla aborcji

Intensywnie rozwijający się ruch hospicyjny na świecie przyczynił się do powstania hospicjum perinatalnego. Diagnostyka prenatalna daje możliwość rodzicom dokonywania wyboru pomiędzy urodzeniem dziecka z wadą genetyczną lub wrodzoną lub też usunięcie ciąży. W związku z postawioną diagnozą, gdy rodzice wyrażają chęć urodzenia dziecka kierowani są do hospicjum perinatalnego, którego głównym celem jest pomoc w trakcie ciąży, w której wykryto liczne wady wrodzone oraz opiekę i wsparcie po porodzie. Rodzice, którzy z powodu swojego światopoglądu nie uznają przerwania ciąży, mimo wiadomości o nieuleczalnej chorobie dziecka, często spotykają się z niezrozumieniem swojego wyboru przez lekarzy położników.

W pierwszej części pracy przedstawiono zagadnienia dotyczące granic ratowania życia w tym dylematów związanych z urodzeniem dziecka z wadami letalnymi a uporczywą terapią, specyfiką opieki nad dzieckiem z wadami wrodzonymi oraz problemem eutanazji na oddziale neonatologicznym. W drugiej części omówiono genezę powstania hospicjum perinatalnego, główne założenia funkcjonowania, jego strukturę oraz sposób działania.

Słowa kluczowe: wady letalne, hospicjum perinatalne

Perinatal hospice as an alternative to abortion

Intensively developing hospice movement in the world contributed to the perinatal hospice. Specificity of care for children with lethal defects often gives staff the opportunity to demonstrate their knowledge, skill and professional experience. Withdrawal from overzealous therapy, which is the prolongation of life force is increasingly accepted in relation to people seriously ill.

Prenatal diagnosis allows parents to choose between the baby is born with a genetic defect or congenital or abortion. In connection with the staked diagnosis when parents are willing to childbirth are directed to perinatal hospice, whose main goal is to help during pregnancy, in which a number of birth defects detected and the care and support after the birth. Parents who, because of their beliefs do not recognize the termination of pregnancy, despite news of an incurable illness of the child, are often faced with a lack of understanding of their choice by obstetricians.

The aim of the study was to determine the role and functioning of the main objectives of perinatal hospices, as well as analysis of the different aspects that accompany the process of making decisions regarding the fate of a child with congenital lethal.

Keywords: lethal defects, perinatal hospices

Choroby zakaźne a szczepienia

1. Wstęp

Najskuteczniejszą metodą zapobiegania chorobom zakaźnym, i niekiedy jedyną, są szczepienia. Są one niezwykle ważne, ponieważ żadna inna metoda, nawet stosowanie antybiotyków, nie spowodowała jeszcze tak znaczącego zmniejszenia śmiertelności, przy jednoczesnym wzroście zdrowotności populacji. Wprowadzenie szczepień uchroniło od śmierci tysiące dzieci, ale należy pamiętać, że szczepienia chronią nie tylko dzieci, ale również młodzież i ludzi dorosłych, jednym słowem – całe rodziny.

Nie osiągnięto by takich rezultatów wyłącznie dzięki samym szczepionkom, bez obowiązku szczepień narzuconego przez państwo. Poprzez zabezpieczenie wykonalności szczepień za pomocą prawa, udało się uodpornić znaczny odsetek populacji i ograniczyć krążenie drobnoustrojów w środowisku. Polityka zdrowotna Polski w znacznej mierze przyczyniła się do zmniejszenia zapadalności i umieralności na choroby zakaźne.

Szczepienia w Programie Szczepień Ochronnych zostały podzielone na dwa rodzaje: obowiązkowe (bezpłatne) oraz płatne, które nie są obowiązkowe, jednak zalecane.

W niniejszym opracowaniu zostaną przedstawione szczepienia obowiązkowe oraz choroby zakaźne, rodzaje szczepionek, a ponadto uwzględniona zostanie modyfikacja jaka nastąpiła na przestrzeni lat w kalendarzu szczepień ochronnych

2. Historia szczepień

Historia walioryzacji, czyli pierwowzoru dzisiejszych szczepionek sięga X wieku n.e. i rozpowszechniła się najpierw w Chinach, potem w Turcji i Indiach. W XVII wieku dotarła do Anglii, a stamtąd do innych krajów Europy. Pierwszym lekarzem, który opisał naukowo ten zabieg był Edward Jener, który dokonał pierwszego zaszczepienia przeciwko ospie prawdziwej u Thomasa Phippsa w dniu 14 maja 1776 roku. Kolejnym krokiem w rozwoju szczepionek były prace Ludwika Pasteur. Zastosował on u Józefa Meistersa, pokąsanego przez psa, szczepionkę przeciwko wściekliznie. Rozwój badań nad szczepionkami odbywał się szybko i przynosił pożądane rezultaty, które zostały uznane jako najlepszy sposób w walce z chorobami zakaźnymi [1, s. 133].

¹ katarzynaprzybylska@ump.edu.pl, Katedra Organizacji i Zarządzania w Opiece Zdrowotnej, Wydział Nauk o Zdrowiu, Uniwersytet Medyczny im. Karola Marcinkowskiego w Poznaniu, www.ump.edu.pl

² agnieta@tlen.pl, Powiatowa Stacja Sanitarno-Epidemiologiczna w Wągrowcu, www.psse-wagrowiec.pl

3. Choroby zakaźne przeciwko którym stosowane są szczepienia

Tabela nr 1. Schemat obowiązkowych szczepień ochronnych dzieci wg wieku

Wiek	Gruźlica	WZW typu B	Błonica	Tężec	Krztusiec	HIB	Polio	Odra	Świnka	Róż.
1 rok życia	1 doba życia									
	2 miesiąc									
	3-4 miesiąc									
	5-6 miesiąc									
	7 miesiąc									
2 rok	13-14 miesiąc									
	16-18 miesiąc									
6 rok										

4. Katalog chorób

4.1. Gruźlica

W pierwszej dobie życia dziecka podawana jest mu szczepionka przeciwko gruźlicy, dlatego też omawianie chorób zakaźnych rozpocznie charakterystyka gruźlicy.

Gruźlica jest chorobą zakaźną (bakteryjną) i zaraźliwą. Jest jedną z najbardziej rozpowszechnionych chorób zakaźnych o zasięgu globalnym. W Polsce od kilkunastu lat sukcesywnie spada liczba zachorowań na gruźlicę. W 2010 roku zarejestrowano 7509 zachorowań na gruźlicę, w latach 2011, 2012, 2013 odpowiednio 8478, 7542 oraz 7250 zachorowań, co przekłada się na niską zapadalność (poniżej 20/100 000), jednak zachorowalność w Polsce jest i tak wciąż wyższa niż średnia w krajach Unii Europejskiej.

Duże zagrożenie stanowi niekorzystna sytuacja w dziedzinie gruźlicy panująca w krajach byłego Związku Radzieckiego, przykładem może być Rosja, w której średnia zapadalność w 2010 r. była na poziomie 104/100 000 [4].

Niebezpieczeństwo gruźlicy tkwi w tym, że jest ona trudna w diagnozowaniu, gdyż w początkowym stadium choroby objawy mogą być niewidoczne lub mogą występować w małym natężeniu i nie wzbudzać niepokoju – zarówno pacjenta, jak i lekarza.

Objawy w gruźlicy mogą mieć charakter ogólnoustrojowy (najczęściej są to stany podgorączkowe i gorączka, nocna potliwość, osłabienie, brak apetytu, utrata masy ciała) i miejscowy (kaszel, co jest związane z najczęstszą lokalizacją choroby w układzie oddechowym).

Podstawowym kryterium rozpoznania gruźlicy jest wykonanie badań laboratoryjnych: wyizolowanie prątków z materiału klinicznego metodą hodowli spełnia laboratoryjne kryteria rozpoznania gruźlicy [5, s. 151].

Czynnikiem etiologicznym w większości przypadków gruźlicy jest prątek z grupy *Mycobacterium tuberculosis complex*. Źródłem zakażenia jest człowiek chory na gruźlicę, zwłaszcza nieleczony i prątkujący, rzadziej chore na gruźlicę bydło czy inne zwierzęta. Znikome źródło zakażenia stanowią chore dzieci czy osoby nieprątkujące oraz chorzy na pozapłucną postać gruźlicy. Drogami wnikania drobnoustroju są: droga oddechowa (najczęściej), droga pokarmowa (sporadycznie), droga wszczepienna przez skórę i błony śluzowe (incydentalnie), droga płciowa (rzadko) [5, s. 155].

4.2. Wirusowe zapalenie wątroby typu B

Obok gruźlicy w pierwszej dobie życia podawana jest dziecku szczepionka przeciwko wirusowemu zapaleniu wątroby typu B.

Wirusowe zapalenie wątroby typu B jest chorobą wywoływaną przez DNA-wirus (HBV) z rodziny *Hepadnaviridae* o dobrze poznanej strukturze molekularnej i antygenowej (antygen powierzchniowy HBsAg, antygen rdzeniowy HBcAg oraz antygen e-HBeAg). Źródłem zakażenia są chorzy ludzie i nosiciele HBV. Zakażenie występuje drogą hematogeną poprzez:

- naruszenie ciągłości skóry skażonymi narzędziami (tatuże, zabiegi kosmetyczne, fryzjerskie, stomatologiczne);

- zakażenie płodu i noworodka od matki nosicielki;
- przetoczenia krwi i jej produktów;
- kontakty seksualne z nosicielem wirusa [1, s. 194].

Okres wylęgania wynosi 50-180 dni, średnio 90 dni. Objawy narastają powoli, uszkodzenie wątroby u większości chorych poprzedzone jest objawami prodromalnymi, jednak kiedy dochodzi do uszkodzenia wątroby pojawia się podwyższona temperatura, nudności, utrata łaknienia, ogólne niedomaganie, osłabienie, a także zwiększenie aktywności enzymów wątrobowych. Ostre wirusowe zapalenie wątroby typu B powoduje zapalenie wątroby, wymioty, żółtaczkę, rzadko śmierć. Przewlekłe wirusowe zapalenie wątroby typu B może spowodować marskość wątroby i raka wątrobowokomórkowego [5, 456].

Można wyróżnić następujące postacie wirusowego zapalenia wątroby typu B: ostre zapalenie wątroby typu B, postać nadostra piorunująca, przewlekłe zapalenie wątroby typu B, przewlekłe nosicielstwo HBsAg, postać wczesnoniemowlęca po zakażeniu perinatalnym, postaciach pozawątrobowe zakażenia HBV, zespół gianotti-crosoti, postaciach zakażenia HBV w okresie immunosupresji lekowej [1, s. 195-199].

W diagnostyce WZW typu B poprzez interpretację testów serologicznych można stwierdzić fazę zaawansowania choroby. Interpretację testów serologicznych obrazuje tabela nr 2

Tabela nr 2. Interpretacja testów serologicznych w diagnostyce WZW typu B

Markery serologiczne				Interpretacja
HBsAg	anty-HBc IgG	anty-HBc IgM	anty-HBs	
-	-	-	-	brak infekcji
+	-	-	-	wczesna ostra infekcja; nosiciel HBsAg; stan przejściowy po szczepieniu (do 18 dni)
+	+	+	-	ostra infekcja
-	+	+	+/-	ostra infekcja w stadium zejściowym
-	+	-	+	rekonwalescencja po infekcji i wytworzenie odporności
+	+	-	-	infekcja przewlekła
-	+	-	-	infekcja w przeszłości; bierne przekazanie anty-HBc niemowlęciu od matki
-	-	-	+	odporność poszczepienna

Źródło: opracowanie własne na podstawie H. Czajka, J. Wysocki, *Szczepienia w profilaktyce chorób zakaźnych*, Vademecum, Help Med, Kraków 2010, s. 90

4.3. Błonica

Kolejną chorobą przeciwko której stosuje się szczepienia obowiązkowe jest błonica, czyli ostra choroba zakaźna wywołwana przez Grama-dodatni maczugowiec (*Corynebacterium diphtheriae*) [1, s. 86]. Maczugowiec wywołuje zmiany miejscowe polegające na wytwarzaniu na błonie śluzowej lub skórze błon rzekomych. Działanie ogólne wiąże się z wydzielaniem przez maczugowce toksyny – egzotoksyny do krwi, która ma szczególne powinowactwo do układu nerwowego. Błonica szerzy się najczęściej drogą kropelkową od chorego lub nosiciela lub przez bezpośredni kontakt z przedmiotami z otoczenia chorego, a także przez uszkodzoną skórę [6, s. 116].

Błonica najczęściej atakuje gardło powodując silny ból, utrudnione połykanie, niewyraźną mowę, obrzmienie węzłów chłonnych podżuchwowych. W wypadku ciężkiego zakażenia może powodować zatrucie organizmu w wyniku wydzielania przez bakterie toksyny, wówczas występują zaburzenia pracy serca, a także porażenie mięśni. Choroba może umiejscowić się również w krtani i powodować jej obrzęk oraz zwężenie, co może doprowadzić do uduszenia. Błonica może zaatakować nos, skórę, oczy, uszy, pępek czy narządy płciowe, ale zakażenia te są rzadko spotykane [5, s. 33].

Poza obrazem klinicznym, w celu rozpoznania choroby, konieczne jest wykonanie badania bakteriologicznego materiału pobranego ze zmian lub wykrycie genu toksyny metodą reakcji łańcuchowej polimerazy (PCR) [2, s. 46].

Błonica w drugiej połowie XIX wieku należała do najgroźniejszych chorób wieku dziecięcego. Umieralność w dużych miastach wynosiła 50 do 100 zgonów na 100 000 mieszkańców lub nawet więcej. Choroba występowała na całym świecie, a fale jej epidemii występowały systematycznie co kilka lat aż do czasu upowszechnienia szczepień, kiedy to błonica zniknęła z wielu rejonów lub występuje sporadycznie. Warunkiem zabezpieczającym przed masowymi zachorowaniami jest stałe prowadzenie immunizacji wśród dzieci [6, s. 116]. Zaniedbanie systematycznej akcji szczepień doprowadziło do powrotu błonicy – wielkiej epidemii w latach 1990-1996 w krajach byłego ZSRR. W szczytowym roku epidemii (1995 r.) zachorowało ponad 50 000 osób, gdzie w tym samym roku w Polsce odnotowano 2 przypadki. Jak wynika z powyższego przykładu maczugowce błonicy są stale obecne w środowisku i w przypadku niedopatrzenia w uodpornieniu stają się realnym zagrożeniem [1, s. 87].

4.4. Tężec

Łącznie ze szczepieniem przeciwko błonicy, dzieci szczepione są przeciwko tężcu – czyli chorobie, którą wywołuje silna toksyna wytwarzana przez laseczkę tężca (*Clostridium tetani*). Źródłem zakażenia jest gleba, kurz, błoto, odchody zwierzęce. Bakterie wnikając do organizmu, w wyniku zranienia skóry (duże ryzyko stanowią rany kłute, miażdżone, po oparzeniu) produkują silną truciznę, zwaną tetanospazminą. Toksyna ta uszkadza centralny układ nerwowy. Dochodzi do zwiększenia napięcia mięśniowego, a także bolesnych i długotrwałych skurczów różnych grup mięśniowych.

Poważnym problemem mogą być skurcze mięśni oddechowych i krtani, ponieważ prowadzą do ostrej niewydolności oddechowej [6, s. 121-122].

Rozpoznanie choroby następuje na podstawie objawów klinicznych, jednak aby przypadek zakwalifikować jako potwierdzony musi spełniać jedno z poniższych kryteriów laboratoryjnych:

- izolacja *Clostridium tetani* z miejsca zakażenia;
- wykazanie obecności toksyny tężcowej w surowicy krwi [5, s. 407].

Poza typową postacią tężca po zranieniu, wyróżnia się również postać połogową oraz tężec noworodków, który nadal stanowi istotny problem zdrowotny w krajach Azji, Afryki i Ameryki Południowej.

W Polsce i innych krajach Europy obserwuje się spadek liczby zachorowań, głównie dzięki rozwiniętym programom szczepień oraz zmianom zachodzącym w trybie pracy związanej z uprawą roli [5, s. 405]

4.5. Krztusiec (koklusz)

Kolejną chorobą zakaźną, przeciwko której stosowane są szczepienia jest krztusiec (koklusz). Jest to ostra choroba zakaźna dróg oddechowych, dotycząca wyłącznie ludzi (w większości dzieci), wywołana przez pałeczki *Bordetella pertussis* [6, s. 121-122].

W patogenezie odgrywają rolę czynniki zjadliwości: właściwości pałeczki umożliwiające jej kolonizację gospodarza i toksyny o działaniu miejscowym i ogólnoustrojowym. Choroba szerzy się drogą kropelkową przy bliskiej styczności. Mniejsze znaczenie odgrywa kontakt pośredni przez przedmioty zakażone świeżą wydzieliną. Źródłem zakażenia są głównie „(...) kontakty domowe (...)” [2, s. 56], w okresie kataralnym (I okres charakteryzujący się nieżytym górnych dróg oddechowych, bez gorączki) oraz w okresie kaszlu napadowego, który kończy się zazwyczaj wymiotami. Kaszel taki utrzymuje się około 2 tygodnie [2, s. 56].

Charakterystycznym objawem krztuśca jest wysoka leukocytoza z limfocytozą. Rozpoznanie następuje poprzez stwierdzenie objawów klinicznych (kaszel trwający ponad 2 tygodnie) oraz poprzez potwierdzenie laboratoryjne (jedno z trzech kryterium):

1. izolacja *Bordetella pertussis* z materiału klinicznego;
2. wykrycie kwasu nukleinowego *Bordetella pertussis* w materiale klinicznym;
3. wykrycie zmiennego wzrostu miana swoistych przeciwciał przeciw *Bordetella pertussis* [7].

W 2004 r. do PSO wprowadzono szczepienia przeciwko *Haemophilus influenzae* typ b (HIB). Rodzaje *haemophilus* obejmują 15 gatunków, wśród których najgroźniejszym patogenem jest *influenzae*. Dzieli się on na szczepy oznaczone literami od a-f, wśród nich największe znaczenie w wywoływaniu zakażeń wśród dzieci odgrywa serotyp b. *Haemophilus influenzae* typ b najczęściej wywołuje choroby: zapalenie opon mózgowo-rdzeniowych, zapalenie nągłośni, posocznica, bakteriemia, zapalenie płuc, zapalenie szpiku kostnego, zapalenie stawów, ropowica tkanki podskórnej, ropnie [1, s. 64].

HIB szerzy się drogą kropelkową lub przez bezpośredni kontakt z wydzieliną dróg oddechowych chorego lub nosiciela (osoby chore i zdrowi nosiciele są wyłącznym rezerwuarem czynnika etiologicznego).

Zakażenie ośrodkowego układu nerwowego jest praktycznie zawsze krwiopochodne, drogą wnikięcia zarazka sploty naczyniowe [5, s. 604].

W okresie poprzedzającym wprowadzenie szczepień przeciwko HIB do PSO bakterie te, obok *Neisseria meningitidis* i *Streptococcus pneumoniae*, najczęściej wywoływały inwazyjną chorobę, śmiertelną w 4-5%, a w 30% dające trwałe powikłania neurologiczne. Dzięki szczepieniom zachorowania na tą chorobę udało się ograniczyć o blisko 99% [2, s. 52].

4.6. Polio (porażenie dziecięce)

W kalendarzu szczepień obowiązkowych znajduje się również szczepienie przeciwko nagminnemu porażeniu dziecięcemu (Polio). Polio jest ostrą chorobą zakaźną, charakteryzująca się nieżytem górnych dróg oddechowych i przewodu pokarmowego, choroba przebiegająca bezobjawowo lub poronnie, natomiast w przypadkach cięższych w postaci niedowładów i porażen wiotkich.

Wywołana przez wirus Polio, który występuje w postaci trzech odrębnych serotypów (typ 1, 2, 3); typ 1 i 3 uznawane są za epidemiczne, typ 2 zaś za endemiczny. Przyczyną ciężkich postaci porażennych jest typ 1 [6, s. 268]. Do zakażenia dochodzi przez kontakt bezpośredni z chorym lub nosicielem, głównie jednak drogą pokarmową, rzadziej kropelkową. Sam wirus może przetrwać w wodzie do czterech miesięcy, a w odchodach nawet dłużej [8, s. 148].

Najskuteczniejszym sposobem zapobiegania chorobie są szczepienia.

Istnieją dwa typy szczepionek przeciw Polio – szczepionka żywa (OPV) zawierająca żywe, atenuowane (pozbawione zjadliwości) trzy typy wirusa i szczepionka inaktywowana (IPV) zawierająca zabite wirusy trzech typów. Przebieg choroby jest różny, od łagodnego do śmiertelnego: przebieg bezobjawowy (większość zakażeń poliovirusami – 90-95%), postać poronna (występują objawy nieswoiste), postać oponowa (występuje u około 1% zakażonych, ustępuje samoistnie i zwykle nie daje powikłań), postać porażenna (rozwija się u około 0,1% zakażonych), charakteryzuje się porażeniami wiotkimi, powstałe porażenie jest zwykle asymetryczne. Zaatakowane są zwykle kończyny dolne i odcinki proksymalne kończy, niekiedy zajęciu ulegają mięśnie oddechowe, stwarzając zagrożenie życia [2, s. 68].

Zachorowania na Polio mogą występować pod postacią *poliomyelitis acuta* – obecnie najczęściej występująca, szczególnie w okresie do 30 dni po szczepieniu atenuowanym wirusem szczepionki doustnej [1, s. 166].

Rozpoznanie Polio opiera się na wyniku posiewu wirusologicznego z gardła, kału, moczu, krwi i płynu mózgowo-rdzeniowego. Badania serologiczne obejmują test neutralizacji wirusa, odczyn wiązania dopełniacza od 2 tygodnia choroby z czterokrotnym wzrostem miana w okresie 2-3 tygodni.

W celu rozpoznania z punktu epidemiologicznego wykonuje się specjalne badania mające na celu odróżnienie szczepu „dzikiego” od szczepionkowego [1, s. 166].

Oprócz przesłanek klinicznych i epidemiologicznych dla rozpoznania ważne jest badanie mające na celu izolację i identyfikację szczepu wirusa Polio z dwóch próbek kału chorego z ostrym porażeniem wiotkim (w odstępie 1-2 dni, w okresie do 14 dni od wystąpienia porażenia). W płynie mózgowo-rdzeniowym, surowicy, moczu i wydzielinie z dróg oddechowych można badać kwas deoksyrybonukleinowy (DNA) i kwasy rybonukleinowe (RNA) enterowirusów metodą PCR [6, s. 270].

4.7. Odra

Kolejną chorobą, która wpisana jest do PSO jest odra – wywołuje ją RNA-wirus, sklasyfikowany jako *Morbillivirus* w rodzinie *Paramyxoviridae*. Wobec powyższego jest to ostra wirusowa choroba zakaźna. Jedynym źródłem zakażenia jest chory człowiek. Zakażenie szerzy się głównie drogą kropelkową oraz przez bezpośrednią styczność z wydzieliną jamy nosowo-gardłowej. Bardzo rzadko zakażenie następuje drogą pośrednią przez przedmioty świeżo zanieczyszczone wydzieliną z jamy nosowo-gardłowej. Wirusy odry dostają się do organizmu przez usta lub nos oraz przez spojówki. Po namnożeniu w błonach śluzowych przedostają się do różnych organów, tj.: skóry, nerek, żołądka, jelit, wątroby. Okres wylegania wynosi najczęściej od 7 do 14 dni.

Objawami w przebiegu odry są: gorączka powyżej 38,3°C, wysypka grudkowo-płamista (nie pęcherzykowata) trwająca dłużej niż 3 dni, oraz kaszel, nieżyt nosa (katar „cieknący nos”), zapalenie spojówek (zacerwienie oczu) ze światłowstrętem i łzawieniem [5, s. 291].

Odra jest chorobą o wysokiej zaraźliwości, powoduje 10% wszystkich zgonów, wywołanych różnymi przyczynami, wśród dzieci poniżej 5 roku życia (dane szacunkowe WHO). Towarzyszą jej liczne powikłania występujące u ok. 30% osób chorych. Do powikłań w przebiegu odry należą: biegunka i silne odwodnienie organizmu występują u 80 osób na 1000 chorych, zapalenie ucha środkowego występuje u 70 osób na 1000 chorych, zapalenie płuc występuje u 60 osób na 1000 chorych, zapalenie mózgu występuje u 1 na 1000 chorych, drgawki występują u 6 na 1000 chorych, zgon występuje u 2 na 1000 chorych [2, s. 64].

Najgroźniejsze powikłanie w przebiegu odry – podostre stwardniające zapalenie mózgu ujawnia się od 4 do 10 lat po przejściu choroby i objawia się postępującym otępieniem, nasilającym się napięciem i sztywnością mięśni oraz drgawkami. Do śmierci dochodzi zwykle w ciągu 2 lat od pojawienia się symptomów. W okresie 2007-2011, w Europie wystąpiło 38 przypadków podostrego stwardniającego zapalenia mózgu [9].

Rozpoznanie następuje na podstawie hodowli wirusa z wydzieliny jamy nosowo-gardłowej, spojówek, krwi i moczu.

Zaleca się wykonanie badania serologicznego klasyczną metodą immunoenzymatycznymi (EIA, ELISA). O świeżym przebiegu świadczy również obecność

przeciwciał IgM, w stwardniającym zapaleniu mózgu stwierdza się wysokie stężenie przeciwciał IgG w płynie mózgowo-rdzeniowym [1, s. 1154].

Szczepienie przeciw odrze chroni przed zachorowaniem i ciężkimi powikłaniami (szczególnie neurologicznymi). W Polsce przed wprowadzeniem szczepień każdego roku na odrę chorowało 120 000-200 000 osób, 100-300 osób umierało. W wyniku działań związanych z masowymi kampaniami szczepień w latach 2000-2010 udało się ochronić od śmierci z powodu odry ok. 9,6 miliona dzieci. Gwałtowny wzrost zachorowań na odrę jaki obserwujemy w ostatnich latach związany jest z zaniechaniem szczepień dzieci przez wielu rodziców w związku z nieuzasadnionymi podejrzewaniem co do bezpieczeństwa szczepionki [10].

Wielu rodziców nie szczepi dzieci gdyż uważa, że jeśli dana choroba nie występuje na ich terenie, nie ma zagrożenia. Należy pamiętać, że osoby, które nie są odporne na odrę mogą zakazić się podczas wyjazdu zagranicę, gdzie istnieje możliwość kontaktu z osobami chorymi. Dodatkowo osoby chore przyjeżdżające do Polski z krajów gdzie odnotowywane są przypadki odry mogą stanowić źródło zakażenia dla jeszcze niezaszczepionych niemowląt lub niezaszczepionych starszych dzieci i dorosłych.

Tylko osoby uodpornione, które przechorowały odrę lub zostały zaszczepione przeciwko odrze, są chronione przed zachorowaniem [11].

4.8. Świnka

Łącznie ze szczepieniem przeciwko odrze podawane jest szczepienie przeciwko śwince. Wirus świnki (*Rubens virus*) należy do wirusów RNA z rodziny *Paramyxoviridae*. Wywołuje on ostrą chorobę zakaźną, zwaną nagminnym zapaleniem przyusznic.

Do zakażenia dochodzi drogą kropelkową. Źródłem zakażenia jest osoba zakażona w okresie wydalania. Zapalenie dotyczy najczęściej ślinianek przyusznych, rzadziej podżuchwowych lub podjęzykowych. Ponad 50% chorych na świnkę ma podwyższoną pleocytozę w płynie mózgowo-rdzeniowym, ale tylko u 10% z nich występują powikłania ze strony układu nerwowego (OUN) pod postacią zapalenia opon mózgowo-rdzeniowych i mózgu. Sporadycznie może dochodzić do zapalenia nerwu słuchowego oraz narządów gruczołowych jąder, trzustki, jajników, gruczołu krokowego i tarczycy. Zakażenie u kobiet w pierwszym trymestrze ciąży może być przyczyną poronień lub wad rozwojowych u płodu [12, s. 448].

Do objawów prodromalnych świnki należą: gorączka, złe samopoczucie, bóle mięśni, brak apetytu.

Do powyższych objawów dołącza się tkliwość i obrzęk ślinianek, objawy te narażają w ciągu 1-3 dni. Okres wylegania trwa najczęściej 16-18 dni [2, s. 82]. Rozpoznanie choroby można potwierdzić izolacją wirusa świnki ze śliny, płynu mózgowo-rdzeniowego, moczu, wykrycie kwasu nukleinowego wirusa świnki oraz wykryciem przeciwciał przeciwko temu wirusowi w klasie IgM w surowicy krwi [5, s. 597].

Wprowadzenie szczepień przeciwko śwince do Programu Szczepień Ochronnych przyczyniło się do wzrostu liczby osób uodpornionych, a co się z tym wiąże do spadku liczby zachorowań

4.9. Różyczka

Trzecią chorobą, obok odry i świnki, przeciwko, której stosowane jest szczepienie szczepionką skojarzoną, jest różyczka. Różyczka jest zakaźną chorobą wirusową o łagodnym, czasem bezobjawowym przebiegu. Charakteryzuje ją wysypka oraz powiększeniem węzłów chłonnych. Wywołana przez RNA-wirus różyczki – *Rubella virus*. Do zakażenia dochodzi najczęściej drogą kropelkową lub przez kontakt bezpośredni; prawdopodobnie również przez kontakt pośredni z przedmiotami zakażonymi wydzieliną z nosa lub gardła osób zakażonych. Chory, który jest źródłem zakażenia wydała wirusa już tydzień przed wystąpieniem wysypki i 1-2 tygodnie po jej wystąpieniu [2, s. 80].

Po okresie wylęgania występują objawy zwiastunowe: złe samopoczucie, bóle mięśniowo-stawowe, bóle głowy, zapalenie spojówek, a następnie pojawiają się typowe objawy różyczki: powiększenie węzłów chłonnych potylicznych, karkowych, zausznych oraz wysypka plamisto-grudkowa, drobna, zlewająca się początkowo pojawiająca się na czole i twarzy a następnie rozprzestrzeniająca się na tułów i kończyny.

Powikłaniami w przebiegu różyczki mogą być: przemijające zapalenie stawów, małopłytkowa skaza krwotoczna, zapalenie mózgu, różyczka wrodzona [1, s. 280].

Przechorowanie różyczki przez kobietę w pierwszym trymestrze ciąży (zarówno objawowe, jak i bezobjawowe) może spowodować uszkodzenie płodu i wystąpienie u dziecka zespołu różyczki wrodzonej. W różyczce wrodzonej zmiany dotyczą wielu narządów, a przyczyną ich powstawania jest zarówno działanie teratogenne, jak i zapalne wirusa różyczki, w wyniku, czego dochodzi do zaburzeń organogenezy oraz uszkodzenia ukształtowanych już narządów [12, s. 440].

Rozpoznanie choroby uzyskamy izolując wirusa z krwi lub wymazów z jamy nosowo-gardłowej, wykrywając w surowicy krwi swoiste przeciwciała w klasie IgM bądź narastania miana tychże przeciwciał w klasie IgG. Można zastosować również testy diagnostyczne i określające stan uodpornienia (odczyn zahamowania hemaglutynacji, test ELISA) [1, s. 280].

Powyższa charakterystyka chorób zakaźnych pokazuje, że choroby te są niebezpieczne dla zdrowia i mogą zagrażać życiu dziecka. Istnieje sposób by im zapobiec, są to szczepienia. Współczesna broń przeciwko chorobom zakaźnym i niejednokrotnie jedyna skuteczna metoda im zapobiegania

5. Rodzaje szczepionek w Polsce

Szczepionka jest to preparat do uodparniania czynnego, zawierający określony antygen lub antygeny, które po wprowadzeniu do organizmu uodparniają go na zakażenie jedynym lub wieloma drobnoustrojami chorobotwórczymi [12, s. 63].

Pierwsza szczepionka wynaleziona została przeciwko ospie prawdziwej (1776), następnie przeciwko wąglikowi (1881), wścieklicznie (1885). W latach 90-tych XIX wieku uzyskano szereg szczepionek zabitych zawierające całe komórki drobnoustrojów: szczepionka przeciwko dżumie (1895), cholery (1896) i durowi brzuszemu.

Kolejny wiek przyniósł nowe szczepionki: przeciwko gruźlicy (1921), błonicy (1923), krztuścowi (1926), tężcowi (1927), durowi wysypkowemu, żółtej gorączce (1937), grypie (1941).

Lata pięćdziesiąte XX wieku to odkrycie szczepionek wirusowych takich jak przeciwko poliomyelitis, zarówno IPV (1954) jak i OPV (1959), następnie przeciw odrze (1959), śwince (1967), różyczce, ospie wietrznej, WZW typu B (1981), WZW typu A (1993) [12, s. 61].

Szczepionki dzielimy w zależności od formy antygeny, postaci szczepionki czy jej swoistości. Biorąc pod uwagę pierwszy czynnik, czyli formę antygeny szczepionkowego wyróżnia się szczepionki zawierające: żywe drobnoustroje, zabite drobnoustroje, produkty metabolizmu komórek bakteryjnych (toksyd tężcowy, błonicy), rozbite drobnoustroje lub ich fragmenty (szczepionki podjednostkowe – HIB), antygeny rekombinowane otrzymywane metodą inżynierii genetycznej – WZW typu B), polisacharydowe.

Podział szczepionki ze względu na postać szczepionki: płynne (gotowe do użycia), liofilizowane (proszek umieszczany w fiolce lub ampule, do rozpuszczenia).

Ze względu na swoistość wyróżnia się szczepionki: monowalentne (zawierające jeden rodzaj drobnoustroju lub antygeny pochodzące z drobnoustroju jednego rodzaju, jeżeli drobnoustrój nie dzieli się na typy), poliwalentne (zawierają wszystkie lub kilka typów tego samego drobnoustrojów lub antygenów pochodzących z kilku typów tego drobnoustrojów), skojarzone (zawierają różne drobnoustroje lub antygeny pochodzące z różnych drobnoustrojów, które uodparniają przeciwko kilku chorobom zakaźnym – błonicy, tężcowi, krztuścowi (DTP), śwince, różyczce i odrze (MMR)) [12, s. 61-66].

Uwzględniając rodzaj drobnoustroju stosowanego w preparatach szczepionki dzieli się na: bakteryjne, wirusowe, mieszane.

Ze względu na zakres działania uodparniającego dzielimy szczepionki na: swoiste (skierowane przeciw określonym drobnoustrojom), nieswoiste (skierowane przeciw różnym, nieokreślonym drobnoustrojom).

Biorąc pod uwagę pochodzenie antygeny szczepionkowego wyróżnia się: auto-szczepionki, heteroszczepionki.

Ostatni podział rozróżnia sposób wprowadzania szczepionki do organizmu: parentalne (podawane śródskórnym, podskórnym lub domięśniowo), doustne [3, s. 19].

Szczepionki zarejestrowane w Polsce stosowane do szczepień obowiązkowych dzieci zgodnie z PSO przedstawia tabela nr 3.

Tabela nr 3. Szczepionki zarejestrowane w Polsce do szczepień obowiązkowych dzieci

Choroba	Substancja czynna	Rodzaj szczepionki	Preparat stosowany w Polsce	Schemat szczepienia
Gruźlica	podszczep brazylijski Moreau	liofilizowana	BCG 10, BCG szczepionka SSI	I dawka – dzień 0
WZW typu B	oczyszczony białkowy antygen powierzchniowy HBsAg	rekombinowane II generacji	szczepionki pojedyncze: Engerix B, Euvax B, Fendrix, HBVaxpro, Hepavax-Gene TF, szczepionki skojarzone: Ambirix, Hexacima, Infanrix Hexa, Twinrix Adult, Twinrix Paediatric	I dawka – dzień 0 II dawka – 2 m. ż., III dawka uzupełniająca – 7 m. ż.,
Błonica	toksoid błonicy	adsorbowane	szczepionki pojedyncze: D, d, szczepionki skojarzone: Adacel, Boostrix, Boostrix Polio, Clodivac, DT, DTP, Dultavax, Hexacima, Infanrix DTPa, Infanrix Hexa, Infanrix IPV + Hib, Infanrix-IPV, Quadracel, Tdap Szczepionka SSI, Td- pur, Tripacel	I dawka – 2 m. ż., II dawka – 3-4 m. ż., III dawka – 5-6 m. ż., IV dawka uzupełniająca – 16-18 m. ż., I dawka przypominająca – 6 rok życia, II dawka przypominająca – 14 rok życia, III dawka przypominająca – 19 rok życia
Tężec	toksoid tężcowy	adsorbowane	szczepionki pojedyncze: T, Tetana, szczepionki skojarzone: Adacel, Boostrix, Boostrix Polio, Clodivac, DT, DTP, Dultavax, Infanrix DTPa, Quadracel, Tdap Szczepionka SSI, Td- pur, Tripacel, TyT	I dawka – 2 m. ż., II dawka – 3-4 m. ż., III dawka – 5-6 m. ż., IV dawka uzupełniająca – 16-18 m. ż., I dawka przypominająca – 6 rok życia, II dawka przypominająca – 14 rok życia, III dawka przypominająca – 19 rok życia

Krztusiec	komponent krztuśca	pełno-komórkowe, acelularne	szczepionki skojarzone DTP (pełnokomórkowa), Adacel, Boostrix, Boostrix Polio, Hexacima, Infanrix DTPa, Infanrix Hexa, Infanrix IPV + Hib, Infanrix-IPV, Pentaxim, Quadracel, Tdap Szczepionka SSI, Tripacel	I dawka – 2 m. ż., II dawka – 3-4 m. ż., III dawka – 5-6 m. ż., IV dawka uzupełniająca – 16-18 m. ż., I dawka przypominająca – 6 rok życia,
Polio	żywe szczepie wirusa atenuowana inaktywowe typy wirusa	poliwalentne	szczepionki pojedyncze inaktywowane: Imovax Polio, Poliorix, szczepionki pojedyncze atenuowane: Polio-Sabin oral, szczepionki skojarzone inaktywowane: Boostrix Polio, Dultavax, Hexacima, Infanrix Hexa, Infanrix IPV + Hib, Infanrix-IPV, Pentaxim, Quadracel,	I dawka – 3-4 m. ż., II dawka – 5-6 m. ż., III dawka uzupełniająca – 16-18 m. ż., I dawka przypominająca – 6 rok życia,
HIB	wielocukier otoczki bakteryjnej	liofilizowane adsorbowane	Szczepionki pojedyncze: Act-HIB, Hiberix, Pedvax HIB, Szczepionki skojarzone: Hexacima, Infanrix Hexa, Infanrix IPV + Hib, Menitorix, Pentaxim,	I dawka – 2 m. ż., II dawka – 3-4 m. ż., III dawka – 5-6 m. ż., IV dawka uzupełniająca – 16-18 m. ż.,
Odra	atenuowane wirusy	liofilizowane	szczepionki skojarzone: M-M-RVAXPRO, Priorox, Priorix-Tetra, ProQuard	I dawka – 13-14 m.ż, Dawka przypominająca – 10 rok życia
Świnka				
Różyczka				

Źródło: Opracowanie własne na podstawie: D. Mrozek-Budzyn, Wakcynologia praktyczna, α-medica press, Bielsko-Biała 2015, s. 215-310

6. Ewaluacja kalendarza szczepień

W celu eliminacji chorób zakaźnych potrzebne jest osiągnięcie jak największej liczby osób uodpornionych przeciwko danej chorobie. Aby to uzyskać konieczne jest stworzenie odpowiedniego systemu, który to zadanie wykona, czyli sieci instytucji odpowiedzialnych za zakup, magazynowanie, rozprowadzanie i podawanie szcze-

piońki oraz jednolitego wzoru w jaki sposób te szczepionki podać, a także w jakim czasie to zrobić.

Temu służy właśnie kalendarz szczepień, czyli Program Szczepień Ochronnych. Realizacja szczepień ma charakter szczepień masowych, którymi objęte są wszystkie dzieci lub szczepień akcyjnych.

Aktualnie kalendarz szczepień, czyli zbiór zaleceń lekarzy specjalistów chorób zakaźnych, jest corocznie ogłaszany przez Główny Inspektorat Sanitarny w formie komunikatu, w dzienniku urzędowym Ministra Zdrowia jako Program Szczepień Ochronnych, w terminie do 31 października roku poprzedzającego realizację tego programu.

PSO zawiera następujące pozycje:

1. szczepienia obowiązkowe – kalendarz szczepień (finansowane ze środków publicznych):
 - a) szczepienia obowiązkowe dzieci i młodzieży według wieku;
 - b) szczepienia obowiązkowe osób narażonych w sposób szczególny na zakażenie;
2. szczepienia zalecane – niefinansowane ze środków znajdujących się w budżecie Ministra Zdrowia;
3. informacje uzupełniające [13].

W Polsce przymusowe szczepienia zostały wprowadzone przeciwko ospie prawdziwej dekretem z dnia 19 lipca 1919 r. Taki tryb szczepienia przeciwko tej chorobie zawierały też rozporządzenia z 1922, 1951 oraz 1962 r.

Szczepienia obowiązkowe bezpłatne wprowadzano sukcesywnie w latach późniejszych włączając stopniowo szczepienia przeciwko: gruźlicy, błonicy, tężcowi, krztuścowi, poliomyelitis, WZW typu B, odrze, różyczce, śwince. Szczepienia zalecane włączono do PSO w 1996 r. [12, s. 133].

Kalendarz zmieniany jest co roku, w zależności od sytuacji epidemiologicznej dotyczącej chorób zakaźnych. W kalendarzu z 1977 r. zupełnie inaczej wyglądały szczepienia przeciwko gruźlicy, których I dawka poddawana była między 4-15 dniem życia, a następnie w wieku 14-18 miesiąca wykonywało się próbę tuberkulinową, polegającą na śródskórnym wstrzyknięciu 0,1 ml rozcieńczonej tuberkuliny. Po 72 godz. odczytywany był wynik. Dzieci z ujemnym wynikiem były ponownie szczepione. Kolejne próby tuberkulinowe wykonywane były 6 lub 7, 14 i 18 roku życia.

Kalendarz nie zawierał jeszcze szczepień przeciwko WZW typu B oraz śwince i różyczce, natomiast pomiędzy 13-15 miesiącem były szczepienia przeciwko odrze, a poprzedzały je szczepienia przeciwko ospie prawdziwej (11-12 miesiąc życia).

Szczepienia przeciwko polio wyglądały podobnie jak w dzisiejszym PSO, przynajmniej pierwsze 2 dawki, natomiast 3 dawka podawana była w 6 miesiącu (dzisiaj jest trochę później 16-18 miesiąc życia), a 4 dawka, szczepionka doustna, dzisiaj jest w 6 roku natomiast przed laty w 1977 r. była podawana w 18-24 miesiącu życia.

Dawki podstawowe szczepienia przeciwko błonicy, tężcowi i krztuścowi były podawane w tym samym okresie co w PSO z 2015 r. Czwarta dawka natomiast w 18-24 miesiącu życia. Dawki przypominające podawane były tylko przeciwko błonicy i tężcowi w 6 lub 7 i 14 roku życia oraz kolejne dawki przypominające przeciwko tężcowi w 17 i 20 roku życia [14, s.17].

Zmiany w PSO na przestrzeni lat przedstawia tabela nr 4.

Tabela nr 4. Modyfikacja kalendarza PSO w latach 1977-2015

Choroba	PSO z 1977r.	PSO z 1985r.	PSO z 1993r.	PSO z 2006r.	PSO z 2015r.
Gruźlica	I d. 4-15 d.ż. Próba tuberkulinowa: 14-18 m.ż. 6 lub 7 r.ż. 14 r.ż. 18 r.ż.	I d. 3-15 d.ż. Próba tuberkulinowa: 14-18 m.ż. (wycofanie) 6 lub 7 r.ż. 12 r.ż. 18 r.ż.	I d. 3-15 d.ż. Próba tuberkulinowa: 7 r.ż. 14 r.ż. 18 r.ż.	I d. w ciągu 24 godz. od urodzenia, brak próby tuberkulinowej	I d. dzień 0
WZW typu B	brak szczepień	brak szczepień	dla dzieci matek zakażonych WZW typu B (I dawka 12 godz. po urodzeniu, II 5 t.ż., III 9 t.ż. I dawka przypominająca 12 m.ż.	szczepienia dla wszystkich dzieci I – w ciągu 24 godz. po urodzeniu II 6-8 t.ż. III 6-7 m.ż. Osoby uprzednio nie zaszczepione (14 r.ż. w cyklu 0;1;6	I d. dzień 0 II d. 2 m. ż., III d. u. 7 m. ż.,
Błonica	I d. 3 m.ż. II 4-5 m.ż. III 6 m.ż. IV 18-24 m.ż. I d.p. 6 lub 7 r.ż. II d.p. 14 r.ż.	I d. 3 m.ż. II 4-5 m.ż. III 6 m.ż. IV 19-24 m.ż. I d.p. 6 lub 7 r.ż. II d.p. 14 r.ż.	I d. 3 m.ż. II 4-5 m.ż. III 6 m.ż. IV 19-24 m.ż. I d.p. 6 lub 7 r.ż. II d.p. 14 r.ż. III d.p. 19 r.ż.	I d. 6-8 t.ż. II 3-4 m.ż. III 5 m.ż. IV 16-18 m.ż. I d.p. 6 r.ż. II d.p. 14 r.ż. III d.p. 19 r.ż.	I d. 2 m. ż., II d. 3-4 m. ż., III d. 5-6 m. ż., IV d. u. 16-18 m. ż., I d. p. 6 r. ż II d.p. 14 r.ż. III d.p.19

Choroby zakaźne a szczepienia

Tęžec	I d. 3 m.ż. II 4-5 m.ż. III 6 m.ż. IV 18-24 m.ż. I d.p. 6 lub 7 r.ż. II d.p. 14 r.ż. III d.p. 17 r.ż. IV d.p. 20 r.ż.	I d. 3 m.ż. II 4-5 m.ż. III 6 m.ż. IV 19-24 m.ż. I d.p. 6 lub 7 r.ż. II d.p. 14 r.ż. Brak III i IV d.p.	I d. 3 m.ż. II 4-5 m.ż. III 6 m.ż. IV 19-24 m.ż. I d.p. 6 lub 7 r.ż. II d.p. 14 r.ż. III d.p. 19 r.ż.	I d. 6-8 t.ż. II 3-4 m.ż. III 5 m.ż. IV 16-18 m.ż. I d.p. 6 r.ż. II d.p. 14 r.ż. III d.p. 19 r.ż.	I d. 2 m. ż., II d. 3-4 m. ż., III d. 5-6 m. ż., m. ż., IV d. u. 16-18 m. ż., I d. p. 6 r. ż. II d. p. 14 r. ż., III d.p. 19 m.ż.
Krztusiec	I d. 3 m.ż. II 4-5 m.ż. III 6 m.ż. IV 18-24 m.ż.	I d. 3 m.ż. II 4-5 m.ż. III 6 m.ż. IV 19-24 m.ż.	I d. 3 m.ż. II 4-5 m.ż. III 6 m.ż. IV 19-24 m.ż.	I d. 6-8 t.ż. II 3-4 m.ż. III 5 m.ż. IV 16-18 m.ż. I d.p. 6 r.ż.	I d. 2 m. ż., II d. 3-4 m. ż., III d. 5-6 m. ż., IV d. u. 16-18 m. ż., I d.p. 6 r. ż.,
Polio	I d. 3 m.ż. II 4-5 m.ż. III 6 m.ż. IV 18-24 m.ż.	I d. 3 m.ż. II 4-5 m.ż. III 6 m.ż. IV 19-24 m.ż. (doustna) I d.p. 6-7 m.ż. (doustna)	I d. 3 m.ż. II 4-5 m.ż. III 6 m.ż. IV 19-24 m.ż. (doustna) I d.p. 6-7 m.ż. (doustna) II d.p. 11 r.ż. (doustna)	I d. 3-4 m.ż. II 5 m.ż. III 16-18 m.ż. Brak IV d. I d.p. 6 r.ż. (doustna)	I d. 3-4 m. ż., II d. 5-6 m. ż., III d.u. 16-18 m. ż., I d. p. 6 r. ż.,
Ospa prawdziwa	I d. 11-12 m.ż.	brak szczepienia	brak szczepienia	brak szczepienia	brak szczepienia
Odra	I d. 13-15 m.ż.	I d. 13-15 m.ż.	I d. 13-15 m.ż. I d.p. 9 r.ż.	I d. 13-14 m.ż. I d.p. 10 r.ż.	I d. 13-14 m.ż. I d.p. 10 r.ż.
Różyczka	brak szczepienia	brak szczepienia	I d. 13 m.ż. tylko dziewczęta	szczepienia dla wszystkich dzieci I d. 13-14 m.ż. I d.p. 10 r.ż.	I d. 13-14 m.ż. I d.p. 10 r.ż.

Świnka	brak szczepienia	brak szczepienia	brak szczepienia	I d. 13-14 m.ż. I d.p. 10 r.ż.	I d. 13-14 m.ż. I d.p. 10 r.ż.
HIB	brak szczepienia	brak szczepienia	brak szczepienia	brak szczepienia	I d. 2 m.ż. II d. – 3-4 m.ż. III d. 5-6 m.ż. IV d.u. 16- 18 m.ż.

Źródło: Opracowanie własne na podstawie:

E.H. Waechter, F.G. Blake, Pielęgniarstwo w chorobach wieku dziecięcego, PZWL, Warszawa 1979.

B. Dębicz, W. Magdzik, Szczepienia Ochronne, PZWL, Warszawa 1991.

W.S.Gomułka, W. Rewerski, Encyklopedia Zdrowia, PWN, Warszawa 2000.

W. Magdzik, D. Naruszewicz-Lesiuk, A. Zieliński, Wakcynologia, α -medica press, Bielsko-Biała 2007.

Komunikat Głównego Inspektora Sanitarnego z dnia 30 października 2014 r. w sprawie Programu Szczepień Ochronnych na rok 2015 (Dz. U. 2014, poz. 72).

Legenda:

d. – dawka,

d.p. – dawka przypominająca,

d.u. – dawka uzupełniająca,

t.ż. – tydzień życia,

m.ż. – miesiąc życia,

r.ż. – rok życia

Po opracowaniu i ogłoszeniu PSO musi nastąpić jego wdrożenie i realizacja, która składa się z kilku etapów:

1. Zakup szczepionek przez Ministra Zdrowia w drodze przetargu z udziałem firm farmaceutycznych.
2. Przekazanie szczepionek do Centralnego Banku Rezerw Szczepionek.
3. Dostarczenie szczepionek do wojewódzkich stacji sanitarno-epidemiologicznych, które rozdysponują szczepionki do powiatowych stacji sanitarno-epidemiologicznych.
4. Następnie powiatowe stacje przekazują szczepionki zgodnie z zapotrzebowaniem świadczeniodawcą realizującym szczepienia ochronne

7. Zakończenie

Choroby zakaźne towarzyszyły człowiekowi od zarania dziejów, powodując liczne epidemie i niosąc za sobą śmierć wielu tysięcy osób, w tym szczególnie dzieci. Obecnie liczba zgonów z powodu chorób zakaźnych znacznie się zmniejszyła, zawdzięczamy to wprowadzeniu szeroko pojętej profilaktyce, między innymi wprowadzeniu szczepień. Należy pamiętać, że tylko wysoki odsetek uodpornionych osób chroni przez zachorowaniem na choroby zakaźne

Bibliografia

1. Rudkowski Z., *Choroby zakaźne i pasożytnicze u dzieci*, PZWL, Warszawa 2001
2. Czajka H., Wysocki J., *Szczepienia w profilaktyce chorób zakaźnych*, Vademecum, Help Med, Kraków 2010
3. Mrożek-Budzyn D., *Wakcynologia praktyczna, a-medica press*, Bielsko-Biała 2015.
4. <http://szczepienia.pzh.gov.pl> (dostęp: 29 maja 2015)
5. Baumann-Popczyk A., Sadkowska-Todys M., Zieliński A., *Choroby zakaźne i pasożytnicze – epidemiologia i profilaktyka, a-medica press*, Bielsko-Biała 2014
6. Dziubek Z., *Choroby zakaźne i pasożytnicze*, PZWL, Warszawa 2012
7. http://www.old.pzh.gov.pl/oldpage/epimeld/inne/Def_PL2_3.pdf, (dostęp: 29 maja 2015)
8. Siemiński M., *Środowiskowe zagrożenia zdrowia inne wyzwania*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2007
9. <http://www.pzh.gov.pl/odra-choroba-ktorej-mogloby-juz-nie-byc> (dostęp: 29 maja 2015)
10. <http://szczepienia.pzh.gov.pl> (dostęp: 29 maja 2015)
11. <http://www.pzh.gov.pl/odra-choroba-ktorej-mogloby-juz-nie-byc> (dostęp: 29 maja 2015)
12. Magdzik W., Naruszewicz-Lesiuk D., Zieliński A., *Wakcynologia, a-medica Press*, Bielsko-Biała 2007
13. Komunikat Głównego Inspektora Sanitarnego z dnia 30 października 2014 r. w sprawie Programu Szczepień Ochronnych na rok 2015 (Dz. U. 2014 r., poz. 72)
14. Waechter E. H., Blake F. G., *Pielęgniarstwo w chorobach wieku dziecięcego*, PZWL, Warszawa 1979

Wykaz skrótów

DNA – kwas deoksyrybonukleinowy
DTP – szczepionka skojarzona przeciwko błonicy, tężcowi, krztuścowi
EIA, ELISA – badania serologiczne klasyczną metodą immunoenzymatycznymi
HIB – *Haemophilus influenzae* typu B
HBV – wirus zapalenia wątroby typu B
IPV – szczepionka inaktywowana zawierająca zabite typy wirusa polio
MMR – szczepionka skojarzona przeciwko śwince, różyczce, odrze
NOP – niepożądaný odczyn poszczepienny
OPV – szczepionka zawierająca żywe, atenuowane typy wirusa polio
OUN – ośrodkowy układ nerwowy
PCR – metoda reakcji łańcuchowej polimerazy
Polio – ostre nagminne porażenie dziecięce łac. Poliomyelitis.
POZ – podstawowa opieka zdrowotna
PSO – Program Szczepień Ochronnych
RNA – kwas rybonukleinowy
WHO – Światowa Organizacja Zdrowia
WZW typy B – wirusowe zapalenie wątroby typu B

Choroby zakaźne a szczepienia

Najskuteczniejszą metodą zapobiegania chorobom zakaźnym, i niekiedy jedyną, są szczepienia. Żaden inny sposób, nawet stosowanie antybiotyków, nie spowodowało dotychczas tak znaczącego zmniejszenia śmiertelności i wzrostu zdrowotności populacji. Wprowadzenie szczepień uchroniło od śmierci tysiące ludzi na całym świecie. Nie osiągnięto by takich rezultatów wyłącznie dzięki samym szczepionkom, bez obowiązku szczepień narzuconego przez państwo. Poprzez zabezpieczenie wykonalności szczepień za pomocą prawa udało się uodpornić znaczny odsetek populacji i ograniczyć krążenie drobnoustrojów w środowisku. Polityka zdrowotna Polski w znacznej mierze przyczyniła się do zmniejszenia zapadalności i umieralności na choroby zakaźne.

Słowa kluczowe: choroba, szczepienie, odporność, populacja

Infectious diseases and vaccination

The most effective method of preventing infectious diseases, and sometimes the only, is vaccination. No other way, even the use of antibiotics is not as yet resulted in a significant reduction in mortality and increased health of the population. The introduction of vaccination was protected from the death of thousands of people around the world. There would be achieved such results only thanks to the vaccines, without obligation vaccination imposed by the state. By securing the feasibility of vaccination with the law failed to immunize a significant proportion of the population and reduce the circulation of microorganisms in the environment. Health policy Polish largely contributed to the reduction of morbidity and mortality from infectious diseases.

Keywords: disease, vaccination, immunity, population

Brakujące ogniwo terapii genowej w leczeniu nowotworów – innowacyjne metody chemiczne w transporcie leku

1. Wstęp

Rozwój nowotworu może być związany z występowaniem mutacji w określonych genach. Dzięki terapii genowej, istnieje możliwość bezpośredniej naprawy w miejscu zmiany genetycznej, skutkującej np. nadmierną proliferacją komórek nowotworowych. Jednak, aby takie działanie doszło do skutku lek musi być podany *in vivo* [1].

Konwencjonalne strategie dostarczania genów nie są perfekcyjne, dlatego ciągle poszukuje się nowych. Duże nadzieje wiąże obecnie z nanotechnologią. Ostatnie lata przyniosły odkrycie nanocząstek magnetycznych, grafenu, które stają się kluczem do rozwiązania problemów związanych z terapią genową. Ponadto coraz większą uwagę skupia się na innowacyjnych metodach chemicznych – zastosowaniu *Peptydów penetrujących komórkę* [1, 2].

Podstawowym problemem dostarczenia leku w organizmie jest występowanie nukleaz w krwiobiegu oraz obecność systemów odporności rozpoznających jako obce stosowane w terapii kwasy nukleinowe. Zazwyczaj czas półtrwania DNA oraz RNA w krwiobiegu jest bardzo krótki. Jednym z rozwiązań rozwiązujących ten problem jest zastosowanie glikolu polietylenowego – polimeru, którego połączenie z dostarczonym materiałem genetycznym pomaga uniknąć odpowiedzi immunologicznej. Zastosowanie polimeru zwiększa hydrodynamiczny rozmiar kwasów nukleinowych zwiększając ich klirens nerkowy [1, 2].

Poruszone temat stanowi element obiecującej terapii dla współczesnej medycyny. Celem pracy jest omówienie innowacyjnych metod chemicznych w transporcie leków. Praca powstała na podstawie analizy dostępnej literatury naukowej.

¹ barbara.lasut@gmail.com, Koło Naukowe Katedry i Zakładu Genetyki Medycznej MEDIGENET, Wydział Farmaceutyczny z Oddziałem Medycyny Laboratoryjnej w Sosnowcu, Śląski Uniwersytet Medyczny w Katowicach

² malgorzata.poreba.25@gmail.com, Koło Naukowe Katedry i Zakładu Genetyki Medycznej MEDIGENET, Wydział Farmaceutyczny z Oddziałem Medycyny Laboratoryjnej w Sosnowcu, Śląski Uniwersytet Medyczny w Katowicach

³ rafal.pawel.kampa@gmail.com, Koło Naukowe Katedry i Zakładu Genetyki Medycznej MEDIGENET, Wydział Farmaceutyczny z Oddziałem Medycyny Laboratoryjnej w Sosnowcu, Śląski Uniwersytet Medyczny w Katowicach

2. Podstawowe metody transportu materiału genetycznego

Obecnie powszechnie znane metody transformacji dzielimy na biologiczne, chemiczne oraz fizyczne, które dopasowuje się do typu komórki (Tabela I) [3].

Tabela 1. Podstawowe metody transportu materiału genetycznego

Klasyfikacja	Metoda	Zalety	Wady	Przykłady
Biologiczne	Wektory wirusowe	<ul style="list-style-type: none"> • Wysoko efektywna • Łatwa w użyciu • Skuteczna dysocjacja do komórek, w warunkach <i>in vivo</i> 	<ul style="list-style-type: none"> • Potencjalnie niebezpieczeństwo dla personelu laboratoryjnego • Mutageneza insercyjna • Transport jedynie określonej cząsteczki DNA • Immunogenność 	<i>Herpes simplex virus, Adeno virus, Vaccina virus, Sinbidis virus</i>
	Polimery kationowe	<ul style="list-style-type: none"> • Brak wektora wirusowego 	<ul style="list-style-type: none"> • Chemiczna toksyczność dla poszczególnych komórek 	DEAE-dekstran, Dendrymery, Polietylenoamina, DOSPA, DOTMA,
	Fosforany wapniowe	<ul style="list-style-type: none"> • Wysoko efektywna 	<ul style="list-style-type: none"> • Zmienna wydajność transfekcji dla różnych typów komórek 	
Lipidy kationowe	<ul style="list-style-type: none"> • Łatwe w użyciu • Brak limitu dla wielkości DNA • Dostępny na rynku • Łatwy do dysocjacji 	<ul style="list-style-type: none"> • Dla ściśle określonych komórek 		
Fizyczne	Naświetlanie laserem	<ul style="list-style-type: none"> • Nie zależy od rodzaju i stanu komórek 		<i>Gen gun, ATM-tip, Mikro-nić,</i>
	Dostawa biolistycznych cząstek	<ul style="list-style-type: none"> • Bezpośrednie dostarczenie cząstek do komórek 	<ul style="list-style-type: none"> • Kwas nukleinowy podatny na działanie czynników środowisko 	
	Elektroporacja	<ul style="list-style-type: none"> • Nie jest potrzebny wektor 	<ul style="list-style-type: none"> • Procedura pracochłonna 	

Źródło: Opracowanie własne wg [4, 5]

2.1. Metody biologiczne wykorzystywane w terapii genowej

Metody biologiczne są wykorzystywane w przypadku problemów wynikających zarówno z wydajnego transportu materiału genetycznego do organizmu oraz oczysz-

czania transportowanego materiału w wyniku wprowadzania do cytoplazmy, a kolejno do jądra komórkowego. Wspomniane ograniczenia transportu materiału genetycznego mogą zostać wyeliminowane poprzez wykorzystanie naturalnych metod zakażeń, które są używane przez bakterie i wirusy. Wykorzystanie metod biologicznych może warunkować uzyskanie większej wydajności, ale jednocześnie może wiązać się z występowaniem negatywnych skutków w postaci niepożądanego infekcji. Do metod biologicznych zalicza się wykorzystanie wektorów wirusowych, bądź bakteriofagów [3, 4, 5].

W fazie intensywnych badań znajdują się wektory wirusowe. W tym przypadku wykorzystuje się naturalną infekcję oraz ekspresję w organizmie gospodarza własnych genów wirusowych. Modyfikacja genomu wirusa prowadzi do wprowadzenia danego materiału genetycznego. Do transfekcji wykorzystuje się retrowirusy, które posiadają genom w postaci ssRNA, czy też adenowirusy – posiadające genom w postaci dsDNA. Te ostatnie wykorzystywane są najczęściej i infekują górne drogi oddechowe, jednocześnie nie wiążąc się z schorzeniami istotnymi dla zdrowia człowieka. Wynika to z faktu, że w trakcie cyklu replikacyjnego adenowirusa nie ma miejsca integracja wirusowego genomu z genomem gospodarza. Do zalet wektorów adenowirusowych można zaliczyć zdolność do infekowania komórek dzielących się, możliwość modyfikacji wektorów w taki sposób, by trafiały do ściśle określonych miejsc docelowych. Podczas tworzenia wektorów adenowirusowych ma się na uwadze konieczność zminimalizowania odpowiedzi immunologicznej organizmu. Zjawisko to stanowi poważny problem dla terapii genowej, ponieważ wytwarzanie odporności przez zakażony organizm wiąże się z spadkiem wydajności infekcji. Adenowirusy są wykorzystywane do transfekcji komórek eukariotycznych, głównie *in vivo*.

Jako wektor wykorzystywane są również retrowirusy atakujące jedynie organizmy i komórki eukariotyczne. W przeciwieństwie do adenowirusów, cykl replikacyjny retrowirusów opiera się na integracji genomu wirusa z genomem gospodarza. Wykorzystywanie retrowirusów ma swoje główne zastosowanie w przypadku doświadczeń na liniach komórkowych. Głównym wymaganiem wykorzystania retrowirusów jest konieczność posiadania dzielących się komórek. Retrowirusy wykorzystywane są *ex vivo* m.in. w przypadku leczenia niedoboru w syntezie deaminazy adenozyiny [5, 6].

2.2. Metody fizyczne w terapii genowej

Metody fizyczne nie są oparte na wykorzystaniu żadnego związku chemicznego, nośnika, a jedynie na oddziaływaniach fizycznych tj. dyfuzyjnym oraz elektrycznym. Do metod fizycznych zalicza się mikroiniekcję, elektroporację, mikrowstrzeliwanie, mikroiniekcję, czy też metodę szoku cieplnego [4].

W przypadku mikroiniekcji kwas nukleinowy wstrzykuje się za pomocą igły do komórki docelowej. Komórka zostaje następnie unieruchomiona na tzw. pipiecie pomocniczej, natomiast z pomocą szklanej ostro zakończony pipety przebija się błonę komórkową i w ten sposób materiał genetyczny zostaje wprowadzony do komórki. Do wykonywania mikroiniekcji stosuje się hydrauliczne połączenie ze strzykawką, system

półautomatyczny oraz najwydajniejszy i najbardziej dokładny system automatyczny podlegający kontroli komputera. Metoda ta charakteryzuje się bardzo wysoką wydajnością – rzędu 99% skuteczności i aż 98% przeżywalności [4, 5].

Elektroporacja należy do metod wykorzystujących impuls elektryczny warunkujący perforację błony komórkowej i utworzenie w niej porów. Metoda ta jest odwracalna. Elektroporację stosuje się w przypadku komórek mało podatnych na inne metody transformacji. Bardzo ważne jest odpowiednie dobranie parametrów elektroporacji, w celu uniknięcia trwałych defektów w komórce. Niekorzystnym zjawiskiem podczas stosowania tego typu metody jest niespecyficzny transport przez błonę, a korzystnym uniwersalność metody. Dodatkowym atutem elektroporacji jest możliwość wprowadzania dużych cząstek m.in. sztucznych chromosomów do wnętrza komórki z wysoką wydajnością wynoszącą nawet 80% [4-6].

2.3. Metody chemiczne w terapii genowej

Do technik wykorzystujących związki chemiczne niezbędne do wprowadzenia pożądanej cząstki do komórki, wykorzystuje się oddziaływania chemiczne przebiegające między wprowadzaną cząsteczką a molekułami w komórce. Metoda ta zapewnia ochronę materiału genetycznego m.in. przed nukleazami, co sprzyja wydajności transformacji. Do metod chemicznych można zaliczyć zastosowanie fosforanu wapnia, lipidów kationowych bądź też dekstranu. Dodatni nośnik umożliwia kontakt z komórką, a transport materiału genetycznego odbywa się na drodze endocytozy [4].

Jedną ze stosowanych metod jest, jak wspomniano, zastosowanie lipidów kationowych, które są wykorzystywane do transfekcji w postaci syntetycznych cząstek, posiadających w swojej budowie dodatnią, hydrofilową grupę połączoną z hydrofobowym odcinkiem kwasów tłuszczowych. Lipidy kationowe podzielono na klasy, ze względu na grupę kationową. Można m.in. wyróżnić czwartorzędowe lipidowe sole amoniowe (DOTMA), czy też poliaminy (DOSPA). Cząstki łączą się w micelle lub liposomy w roztworze z grupami dodatnimi zwróconymi na zewnątrz, ujemnymi do wewnątrz. Cząsteczki takie dzięki oddziaływaniom elektrostatycznym z DNA tworzą tzw. lipopleks. Mechanizm ich transportu jest oparty o endocytozę lub fuzję błony komórkowej i lipopleksu. Stabilność lipopleksów uzyskuje się dzięki zastosowaniu lipidów neutralnych, do których należy np. cholesterol. Aby usprawnić transport do błony dołącza się ligandy, które dzięki połączeniu z odpowiednimi receptorami na powierzchni komórki warunkują specyficzny transfer. Transfekcja z wykorzystaniem lipidów jest stosowana przede wszystkim *in vitro*, ponieważ w przypadku metod *in vivo* nie jest wystarczająco wydajna [4, 5].

3. CPP (ang. *Cell Penetrating Peptides*) w terapii genowej

3.1. Definicja i pochodzenie

Jedną z metod chemicznych jest wykorzystanie CPP (ang. *Cell Penetrating Peptides*), czyli grupy peptydów, które mogą przedostawać się do wnętrza komórki. Już w późnych latach osiemdziesiątych zaprzeczono pogładowi na temat nieprzepuszczalności błony komórkowej dla hydrofilowych cząstek. Udokumentowano, że białko wirusa HIV – transaktywator transkrypcji (TAT), posiada zdolność przedostawania się do wnętrza komórek z hodowli limfocytów. Peptydy mogą przedostawać się przez błonę komórkową dzięki obecności specyficznego fragmentu oligonukleotydowego w zależności od zastosowanego peptydu. Następnie właściwości białek, mających zdolność do penetracji potwierdzono w przypadku muszki owocowej (*Drosophila melanogaster*). Odkrytym peptydem była penetratyna [7, 8].

Peptydy penetrujące komórki można określić jako, cząstki charakteryzujące się mechanizmami opartymi na endocytozie, nie wymagającymi energii oraz udziału receptorów [9].

Dużą zaletą większości CPP jest niski stopień toksyczności, natomiast ciekawostką jest, iż w przypadku nielicznych CPP obserwuje się właściwości warunkujące niszczenie drobnoustroje.

Podstawową zaletą peptydów penetrujących błonę jest zwiększenie efektywności, bądź umożliwienie dostarczenia do organizmu związków o budowie białkowej, czy też kwasów nukleinowych. Duże nadzieje pokłada się w zastosowaniu CPP, jako nośnika substancji leczniczej pokonującej barierę krew-mózg [10, 11].

Tabela 2. Podstawowe rodziny peptydów penetrujących błonę

Klasyfikacja	Rodzina	Przykład CPP	Przykład transportowanego związku
Kationowe	Rodzina Tat	Oligoargina	Cyklosporyna A
Amfipatyczne	Penantryna, Chimeryczne CPP	Domena homeotyczna Antennapedia, Galanina	Polo-box, Biotyna, siRNA
Prolinowe	SAP	Gamma-zeina	
Hydrofobowe	Pochodne czynnika fibroblastów	Kaposi FGF	NF-kB

Źródło: Opracowanie własne wg [10, 12]

3.2. Mechanizmy wykorzystywane przez CPP

Do mechanizmów wykorzystywanych przez CPP należy m.in. endocytoza, która opiera się na klasycznej translokacji peptydów przez błonę komórkową. Proces jest dosyć wydajny i wykorzystywany przez białka Tat. Endocytoza przebiega poprzez dostanie się endosomu przez błonę komórkową i natychmiastowego opuszczenia związku z jego wnętrza. Najbardziej prawdopodobny mechanizm opiera się o transport wsteczny z wykorzystaniem aparatu Golgiego [13].

Innym rodzajem mechanizmu działania charakteryzuje się penatryna, która przenika błonę komórkową przez proces odwróconej miceli. Zaobserwowano, że przenikalność jest przede wszystkim uzależniona od składu aminokwasowego peptydu, długości dostarczonej substancji i temperatury procesu.

Kolejno CPP wykorzystują mechanizm przenikania adaptacyjnego, gdzie peptyd oddziałuje przez grupy guanidynowe z fosfolipidami, prowadząc do wytworzenia wiązań wodorowych.

Wyróżnia się również mechanizm dywanowy, gdzie struktura nośnika dzieli się na część dodatnią i hydrofobową. Proces ten charakteryzuje peptydy o właściwościach bakteriobójczych [10].

Jednym z najnowszych odkryć dotyczącym penetryn jest mechanizm przypominający proces elektroporacji, która pod wpływem różnic ładunkowych prowadzi do wytworzenia się por w błonie komórkowej i przeniknięciu nośnika. Kolejno wyróżnia się wejście nośnika na granicy integralnych białek transbłonowych, również wykorzystywany przez penetryny [14].

3.3. Zastosowanie CPP

Peptydy penetrujące błonę zostały wykorzystane do transportu takich cząstek jak siRNA, oligonukleotydy, białka, czy też nanocząstki.

CPP łączą się z lekiem przez wytworzenie wiązań peptydowych, amidowych lub najprościej jonowych. Odłączenie transportowanego związku odbywa się wówczas na drodze enzymatycznej. Drugim sposobem jest wiązanie za pomocą L-cysteiny, przez wytworzenie wiązania disulfidowego, które w środowisku cytoplazmy ulega rozpadowi.

Jednym z ciekawych propozycji i najbardziej przyszłościowych jest wytwarzanie kompleksów jonowych grup guanidynowych z grupami fosforylowymi i karboksylowymi przenoszonego związku. Kompleksy są wówczas nazywane oktaarginami.

Dotychczasowym zastosowaniem CPP jest wprowadzanie cyklosporyny A przy ostrym zawale serca, nanocząstek podczas rezonansu magnetycznego oraz poliargininy podczas leczenia łuszczyca [15].

4. Polimery jako skuteczne wektory wykorzystywane w terapii genowej

Skuteczność terapii genowej zależy od wielu czynników. Jednym z bardzo ważnych jest rodzaj wektora jaki stosuje się w celu dostarczenia genów selektywnie i skutecznie do komórki docelowej. Ważne jest, aby był on także wobec niej minimalnie toksyczny. W związku z tym podjęto badania nad zastosowaniem wektorów niewirusowych, które

są znacznie bezpieczniejsze, a ich produkcja jest tańsza i łatwiejsza. Jednak nie pozbawione są one wad – jedną z nich jest zwykle mniejsza skuteczność w dostarczaniu DNA i inicjowaniu ekspresji genów w stosunku do wektorów wirusowych [16, 17]. Do grupy wektorów niepolimerowych zaliczamy np. dentymery czy polimery kationowe, ponadto prowadzone są badania nad nowymi wielofunkcyjnymi nanomateriałami – polimerami gwiaździstymi [18].

Polimery kationu występują w wielu rodzajach takich jak:

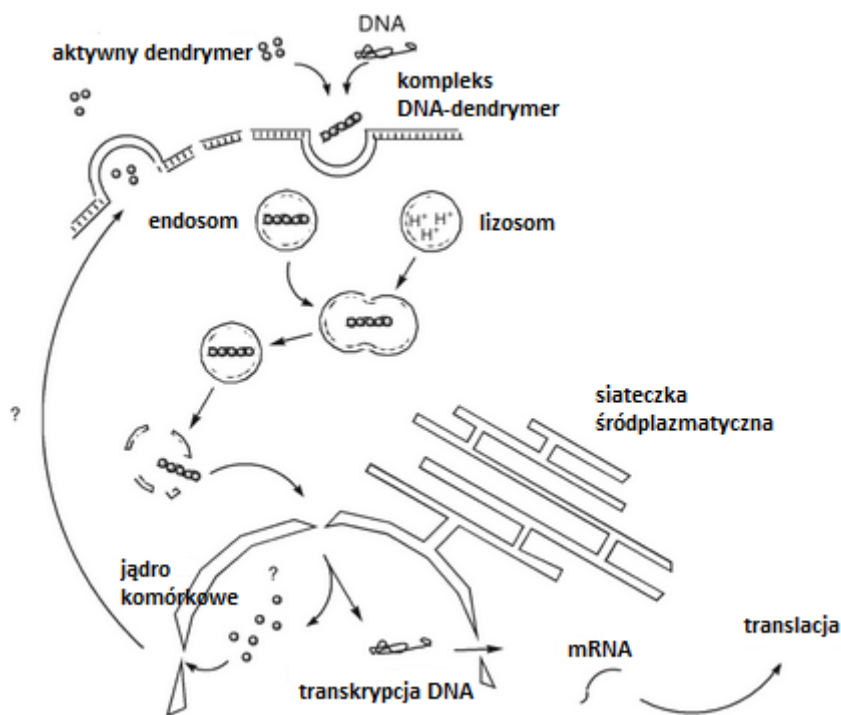
- polipeptydy: polilizyna LL, kwas poliglutaminowy i jego pochodne;
- poliamidy: polietylenoiminy (PEI), dendrymer polipropylenoiminy (PPI);
- kwas metakrylowy: dendrymer poliamido aminy (PAMAM), polimetyloaryloetyl;
- naturalne: chitosan, żelatyna [19].

Polimery te mają wspólną cechę w strukturze: zawierają dużo grup aminowych, które w fizjologicznym pH posiadają dodatkowy proton. Grupy te neutralizują ujemny ładunek, jakim jest obdarzony DNA. Powoduje to przekształcenie DNA z formy euchromatyny (rozluźnionej) do formy zwartej, co z kolei skutkuje zmniejszeniem cząsteczki do relatywnie małego rozmiaru lub owinięciem docelowego genu na polimerze. Zapobiega to degradacji DNA przez nukleazy. Grupy aminowe i inne reaktywnie funkcjonalnie grupy w polimerze mogą być modyfikowane. Dla przykładu, możliwe jest oznaczenie molekuł polimerów, gdy jest to wymagane. Użycie różnych rodzajów modyfikacji może powodować zmianę jego fizjologicznego i fizyczno-chemicznego charakteru, regulację genów odpowiedzialnych za wchłanianie leków, dystrybucji, metabolizmu i eliminacji *in vivo* [19]. Polimery o zaprojektowanej strukturze pozwalają także obejść różne bariery komórkowe, w tym białka surowicy krwi, membrany komórkowe w przedziale endosomalnych i błon jądrowych [20].

Polimery połączone z DNA na bazie oddziaływań elektrostatycznych wnikają do komórki na drodze endocytozy. Transfer ten jest wydajniejszy w porównaniu z niezwiązanym DNA. Można go także wzmocnić stosując wcześniej wymienione metody fizyczne takie jak: ultradźwięki, elektroporacja, iniekcja hydrodynamiczna czy mikro-wstrzeliwanie [19, 21].

W ostatnich latach obserwuję się wzrost zainteresowania nowymi kationowymi polimerami, jako nośnikami genów, ze względu na ich wyjątkowe zalety. Pomimo, że zostało przeprowadzonych wiele badań nad odpowiednią modyfikacją tych materiałów, nie są one w stanie sprostać wymaganiom, jakie niesie ze sobą ich kliniczne zastosowanie. W przyszłości projektowanie nowych polimerowych nośników genów będzie koncertować się na:

- wzroście wydajności transfekcji, porównywalnej do wektorów wirusowych;
- wzroście bezpieczeństwa biologicznego, aby było bardziej wyraźne i wiarygodne;
- interakcjach pomiędzy genami, które powinny być bardziej kontrolowane;
- mechanizmie transfekcji, aby był bardziej jasny;
- stabilności i ukierunkowanym działaniu materiału [19].



Rycina 1: Schemat endocytozy polimeru kationowego – dendrymeru wg [19].

5. Grafen jako „materiał przyszłości”

Grafen nazywany przez wielu „materiałem przyszłości” jest jedną z alotropowych form węgla, zbudowaną z pojedynczej warstwy atomów węgla tworzonej z połączonych ze sobą sześciocząłowych pierścieni. Pojedyncza warstwa tego materiału jest praktycznie przezroczysta. Grafen jest niezwykle twardy i wytrzymały, a jednocześnie bardzo elastyczny (rozciąga się nawet o 20%), co czyni go wyjątkowym. Ponadto jest świetnym przewodnikiem, gdyż ciepło przewodzi dwukrotnie lepiej niż diament. Charakteryzuje się również niską opornością, natomiast po obróbce chemicznej jest także bardzo dobrym izolatorem – tzw. grafan. Jest materiałem nieprzepuszczalnym nawet dla tak małych cząsteczek jak atomy helu. Opracowano mnóstwo metod produkcji, a każda nowsza okazała się lepsza od poprzedniej, dzięki czemu otrzymywany materiał był coraz wyższej jakości, a cena za płytkę o średnicy 1 cm² spadła z 100 000 000 dolarów na 100 dolarów. Ze względu na powyższe właściwości, znajduje wszechstronne zastosowanie w wielu dziedzinach nauki [22].

Grafen wykazuje ogromny potencjał, dlatego jest z powodzeniem stosowany również w medycynie. Prowadzono badania nad wykorzystaniem tego alotropu w chemioterapii wykorzystując go jako materiał ochronny wyściełający cewniki, poprzez które dostarczano dożylnie cytostatyki do ustroju. Dowiedziono, że powierzchnia grafenowa była w stanie znacznie ograniczyć proces niszczenia cewników pod wpływem silnych chemioterapeutyków. Obecnie, na szeroką skalę, stosowane są jony srebra ze względu na niską reaktywność oraz ich właściwości przeciwbakteryjne. Zauważono jednak, że jony te w reakcji z często stosowanym cytostatykiem, jakim jest 5-fluorouracyl, powodują uwalnianie produktów ubocznych będących silnymi kwasami, co wiąże się z indukowaniem w organizmie niekorzystnych zmian i rozpadem leku, a w efekcie zupełnie nieskuteczną terapią [23].

Grafen w postaci nanorurek wykorzystywany jest jako nośnik np. leków przeciwnowotworowych w terapii glejaka i innych rodzajów nowotworów. Tego rodzaju nanorurki zapewniają optymalny czas uwalniania substancji leczniczych oraz cechują się dobrą selektywnością działania względem tkanki docelowej [24]. Może być także przenośnikiem fotouczulaczy, które w terapii fototermicznej niszczą guz nowotworowy na skutek wytwarzania ciepła lub reaktywnych form tlenu na drodze fotodynamicznej. W tym przypadku są stosowane również w leczeniu Alzheimerza, gdzie tlenek grafenu ułatwia dyspersję włókien amyloidu B [25].

Alotrop ten można również stosować w terapii genowej, która znajduje obecnie zastosowanie w leczeniu zaburzeń genetycznych, nowotworów czy też zakażeń wirusowych. Ze względu na jego silne powinowactwo do materiału genetycznego, a konkretniej do jednoniciowych DNA (ssDNA) oraz RNA (ssRNA), można z jego udziałem tworzyć konstrukty genowe w celowanej terapii genowej. W ten sposób tworzy się wektor, który ponadto chroni wprowadzany gen przed degradacją ze strony nukleaz. Grafen może także chronić oligonukleotydy przed degradacją endonukleolityczną (efekt zawady przestrzennej). W badaniach wykazano, że adriamycyna (lek przeciwnowotworowy) i miR-21 ukierunkowane z siRNA zostały upakowane w PPG (polietyloamina, poli 4-styrenosulfonian sodu, nanotlenek grafenu) wykazują dobre wyniki w leczeniu oporności wielolekowej genu miR-21. W doświadczeniach *in vitro* na komórkach ludzkiego raka piersi linii MCF-7, dowiedziono, że kompleks ten zwiększa retencję adriamycyny i skutecznie wycisza gen miR-21. Wskazuje to na dobre właściwości grafenu jako nośnika w transfekcji [26].

6. Podsumowanie

Terapia genowa jest jednym z przyszłościowych kierunków medycyny. Jej skuteczność zależy od wielu czynników. Podstawowym jest rodzaj wektora, jaki stosuje się, aby selektywnie i skutecznie dostarczyć lek do komórki docelowej. Nauka niesie za sobą wiele możliwości w postaci metod – biologicznych, chemicznych oraz fizycznych. Niestety nie ma idealnej metody i każda z nich jest obciążona wadami. Obecnie duże nadzieje pokłada się w metodach chemicznych.

Skuteczność opisanych metod chemicznych jest uzależniona przede wszystkim od wielkości dostarczanego do komórki kwasu nukleinowego.

Kolejnym ważnym warunkiem jest ograniczenie toksyczności dostarczanego wektora. Pod tym względem metody chemiczne wydają się bardziej atrakcyjne, niż proponowane metody biologiczne. Metody chemiczne charakteryzują się również mniejszą inwazyjnością w sposobie dostarczania, w porównaniu do metod fizycznych.

W transporcie materiału genetycznego należy skupić się na czasie półtrwania w miejscu dostarczenia. W przypadku metod chemicznych można wydłużyć czas połowicznego rozpadu wektora przez odpowiedni dobór substancji, które są składowymi wykorzystywanego transportera.

Opisane metody CPP, grafen oraz polimery są ciągle w trakcie badań przedklinicznych i klinicznych. Uzyskane do tej pory wyniki dają ogromną nadzieję na rozwój terapii genowej opartej o ich wykorzystanie. Innowacyjne metody chemiczne mają dużą szansę stać się „brakującym ogniwem terapii genowej”.

Podziękowania

Dziękujemy serdecznie Pani Doktor Monice Paul-Samojedny za pomoc merytoryczną oraz niezbędne wskazówki w pisaniu monografii.

Literatura

1. Li C., Li L., Keates A. C., *Targeting cancer gene therapy with magnetic nanoparticles*, *Oncotarget*, 3(4) (2012), s.365-370
2. Lee J. M., Yoon T. J., Cho Y. S., *Recent Developments in Nanoparticle-Based siRNA Delivery for Cancer Therapy*, *Biomed Research International*, 1 (2013), s.1-10
3. <http://www.hindawi.com/journals/bmri/2013/782041/> [2.05.2015r.]
4. Kim T. K. i Eberwine, *Mammalian cell transfection: the present and the future*, *Analytical and Bioanalytical Chemistry*, 397 (2010), s.3173-3178
5. Dados M., *Metody in vitro wprowadzania biomolekuł do komórek*, Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu Wydział Nauk o Żywności i Żywieniu, (2010), Praca inżynierska, s.1-30. http://zywnosc-gmo.xon.pl/pobierz/trans_genet1.pdf [1.05.2015 r.]
6. Bednarek I. i wsp., *Inżynieria genetyczna*, Wydawnictwo SUM, (2008), s.29-41
7. Józkowicz A., Dulak J., *Nowe strategie wykorzystania wektorów plazmidowych i wirusowych w terapii genowej*, *Biotechnologia*, 3 (78) (2007), s.7-21
8. Bechara C., Sagan S., *Cell-penetrating peptides: 20 years later, where do we stand?*, *FEBS Letter*, 587(12) (2013), s.1693-702
9. Milletti F., *Cell-penetrating peptides: classes, origin, and current landscape*, *Elsevier*, 17(15-16) (2012), s.850-860
10. Patel L. N., Zaro J. L., Shen W. C., *Cell penetrating peptides: intracellular pathways and pharmaceutical perspectives*, *Pharmaceutical Research*, 24(11) (2007), s.1977-92
11. Kawczyński M. T., Kreczko-Kurzawa J., Maćkiewicz Z., *Peptydy penetrujące : rodzaje i mechanizmy przenikania przez błony komórkowe*, *Wiadomości Chemiczne*, 69 (2015), s.9-33

12. Koren E., Torchilin V. P., *Cell-penetrating peptides: breaking through to the other side*, Trends in Molecular Medicine, 18(7) (2012), s.385-93
13. Foerg C., Merkle H. P. J., *On the biomedical promise of cell penetrating peptides: limits versus prospects*, Journal of Pharmaceutical Sciences, 97(1) (2008), s.144-62
14. Madani F., Lindberg S., Langel U., Futaki S., Gräslund A., *Mechanisms of cellular uptake of cell-penetrating peptides*, Biophysical Journal, (2011), s.414-729
15. Binder H., Lindblom G., *Charge-dependent translocation of the Trojan peptide penetratin across lipid membranes*, Biophysical Journal, 85(2) (2003), s.982-95
16. Lee H., Jefferies R., Watt P., Hopkins R., Sotzik F., Reid S., Armson A., Boxell A., Ryan U., *Therapeutic applications of cell-penetrating peptides*, Experimental Parasitology, 118 (2008), s.303
17. Dincer S., Türk M., Pikin E., *Intelligent polymers as nonviral vectors*, Gene Therapy., 12 (2005), s.139-145
18. Pack D. W., Hoffman A. S., Pun S., Stayton P. S., *Design and development of polymers for gene delivery*, Nature Reviews Drug Discovery, 4 (2005), s.581-593
19. Szczesniak K., *Polimery gwiazdziste jako modelowe nanotransportery leków i kwasów nukleinowych: synteza, struktura i dynamika kationowych polimerów gwiazdzistych na bazie poli(glikolu etylenowego)*, Poznań, (2015)
20. Gu Z., *Bioinspired and Biomimetic Polymer Systems for Drug and Gene Deliver*, Chemical Industry Press, (2015), s.171-197
21. <http://www.biotechnolog.pl/podstawy-terapii-genowej-terapia-genowa> [data dostępu 16.05.2015]
22. Park T. G., Jeong J. H., Kim S. W., *Current status of polymeric gene delivery systems*, Advanced Drug Delivery Reviews, 58(4) (2006), s.467-486
23. Hebda M., Łopata A., *Grafen – materiał przyszłości*, Mechanika czasopismo techniczne, Wydawnictwo Politechniki Krakowskiej, 22 (2012)
24. Mazzola F., Trinh T., Cooil S., Östli E. R., Höydalsvik K., Torbjörn E., Skjønnsfjell B., Kjelstrup S., Preobrajenski A., Cafolla A. A., Evans A. D., Breiby D. W., Wells J. W., *Graphene coatings for chemotherapy: avoiding silver-mediated degradation*, 2D Materials, 2(2) (2015)
25. Rzeszutek J., Matysiak M., Czajka M., Sawicki K., Rachubik P., Kruszewski M., Kapka-Skrzypczak L., *Zastosowanie nanocząstek i nanomateriałów w medycynie*, Hygeia Public Health, 49(3) (2014), s. 449-457
26. Li M., Yang X., Ren J., Qu K., Qu X., *Using graphene oxide high near-infrared absorbance for photothermal treatment of Alzheimer's disease*, Advanced Materials, 24(13) (2012), s.1722-1728
27. Reshma S. C., Mohanan P. V., *Graphene: a multifaceted nanomaterial for cutting edge biomedical application*, International Journal of Medical Nano Research, 1 (2014) [online], [dostęp:10.03.2016]. Dostępny w internecie:
<http://clinmedjournals.org/articles/ijmnr/ijmnr-1-003.pdf>

Brakujące ogniwo terapii genowej w leczeniu nowotworów – Innowacyjne metody chemiczne w transporcie leku

Leczenie chorób nowotworowych stanowi duże wyzwanie dla współczesnej medycyny. Jedną z nowszych koncepcji terapii przeciwnowotworowej jest leczenie poprzez bezpośrednią naprawę w miejscu zmiany genetycznej będącej przyczyną rozwoju danego typu nowotworu.

Celem pracy jest omówienie najnowszych metod chemicznych w transporcie leków na postawie analizy dostępnej literatury naukowej.

Terapia genowa, bo tak nazwana została ta metoda, wykorzystuje różne czynniki (biologiczne, chemiczne czy fizyczne) jako wektory w celu wprowadzania leku do komórki docelowej.

W pracy zostały przedstawione czynniki biologiczne, fizyczne oraz chemiczne, ich główne ograniczenia oraz zalety. Szczególnie zwrócono uwagę na metody chemiczne takie jak: CPP, grafen czy polimery, ponieważ to w nich pokłada się największe nadzieje na ich stanie się „brakującym ogniwem terapii genowej”.

Słowa kluczowe: terapia genowa, wektory chemiczne, innowacyjne metody leczenia, innowacyjne metody transfekcji

The missing link gene therapy in the cancer treatment – Innovative chemistry methods in drug transport

Cancers treatment constitutes a big challenge for modern medicine. Lately a new concept of a treatment has appeared which will directly repair areas of genetic changes responsible for origin of cancer.

The purpose is to discuss the latest methods of chemical transport drugs on the basis of the analysis of the available scientific literature.

Gene therapy – a new term for mentioned earlier method – uses various factors (like biological, chemical or physical) as vectors due to insert medicament to target cell.

Biological, chemical and physical factors are presented in this monograph together with their main constraints and advantages. Mostly chemical methods like CPP, graphene and polymers were pointed out, because they are believed to become the missing link in gene therapy.

Key words: gene therapy, chemical vectors, innovative treatment methods, innovative transfection methods

Wpływ środków abrazyjnych wykorzystywanych w profilaktyce stomatologicznej na szkliwo zębów

1. Wstęp

Aktualnie na polskim rynku występuje szeroka gama past do zębów o różnym zastosowaniu.

Podstawową funkcją past do zębów jest wspomaganie szczotkowania zębów. Zastosowane w nich środki ściernie, polerujące i pieniące spełniają funkcję czyszczącą. Szczotkowanie zębów usuwa biofilm bakteryjny. Czas skutecznego mycia zębów przy użyciu manualnej szczotki do zębów wynosi trzy minuty w przypadku dziecka i pięć minut w przypadku dorosłego. Przy czym częstość szczotkowania zębów u większości pacjentów dwa razy dziennie uważa się za wystarczające [1].

Poza właściwościami oczyszczającymi współczesne pasty do zębów powinny także:

- zwiększać odporność zębów na próchnicę;
- chronić dziąsła;
- zapobiegać (lub ograniczać) odkładaniu się miękkich i twardych złogów nazębnych [1].

Jednocześnie nie mogą wpływać szkodliwie ani na szkliwo zębów, ani na błonę śluzową i całą jamę ustną [1].

Pasty do zębów chronią przed próchnicą zębów oraz chorobami jamy ustnej. Dzięki utrzymaniu higieny w jamie ustnej minimalizujemy ryzyko powstania np. próchnicy. W większości past znajdziemy także związki fluoru, które mineralizują zęby i w ten sposób dodatkowo chronią je przed próchnicą. Integralność powierzchni zęba, która jest eksponowana na środowisko jamy ustnej zależy od równowagi w dynamicznej interakcji pomiędzy procesami demineralizacji i remineralizacji, które nieprzerwanie zachodzą w jamie ustnej [2]. Stężenie fluoru w większości past do zębów jest na poziomie od 500 – 1500 ppm. Preparaty o wyższej zawartości fluoru są dostępne na receptę (2000 ppm) i mogą być stosowane w grupach wysokiego ryzyka próchnicy, np. przy upośledzeniu funkcji ślinianek po napromieniowaniu. Najczęściej stosowanym

¹ kula.zofia@wp.pl, Instytut Inżynierii Materiałowej, Wydział Mechaniczny, Politechnika Łódzka

² anna.barbara.laska@gmail.com, Instytut Inżynierii Materiałowej, Wydział Mechaniczny, Politechnika Łódzka

³ hieronim.szymanowski@p.lodz.pl, Instytut Inżynierii Materiałowej, Wydział Mechaniczny, Politechnika Łódzka

związkiem fluoru w pastach są: fluorek sodu, monofluorofosforan sodu oraz amino-fluorek [3].

Skuteczność przeciwpróchnicowa pasty zależy od takich czynników jak:

- stężenie fluoru;
- czas działania jonów fluoru na powierzchni zęba [1].

Pasty zawierające środki biologicznie czynne wpływają ochronnie na tkanki przyzębia oraz śluzówki jamy ustnej.

Uwalnianie fluoru z większości past do zębów jest jednym z najbardziej skutecznych metod w zmniejszeniu próchnicy zębów u dzieci i dorosłych.

Próchnicę powodują głównie bakterie z gatunku *Streptococcus mutans*. Bakterie te tworzą miękki, szczelnie przylegający do powierzchni zębów, żółty nalot, który nazywamy płytką nazębną.

Rozkładane cukry przez bakterie w procesach chemicznych powodują powstanie kwasów organicznych, które obniżają naturalne pH w jamie ustnej. Obniżone pH doprowadza do demineralizacji szkliwa, czyli do rozpuszczenia oraz wypłukiwania jonów wapnia. Zdemineralizowane szkliwo po pewnym czasie staje się porowate, a na jego powierzchni tworzy się biała, matowa plama, która jest próchnicą początkową. Bakterie przedostające się do wnętrza zęba niszczą zębinę [2].

Czynniki powstania próchnicy zębów:

- zła dieta, bogata w cukry (głównie sacharoza, glukoza);
- bakterie próchnicotwórcze;
- czas zalegania pokarmu w jamie ustnej;
- predyspozycje genetyczne i immunologiczne gospodarza.

Próchnica najczęściej występuje na powierzchniach żujących (głębokie bruzdy i zagłębienia) lub pomiędzy zębami (powierzchnie styczne zębów). Jeżeli doszło do odsłonięcia korzeni zębów na skutek cofnięcia się dziąseł, może dojść do powstania ubytków w obrębie tkanek, które nie są pokryte szkliwem i przez to szczególnie narażone na próchnicę. Próchnica może dotyczyć również powierzchni zęba wokół istniejących wypełnień. Są to miejsca ze szczególną tendencją do akumulacji płytki nazębnej i rozwoju próchnicy.

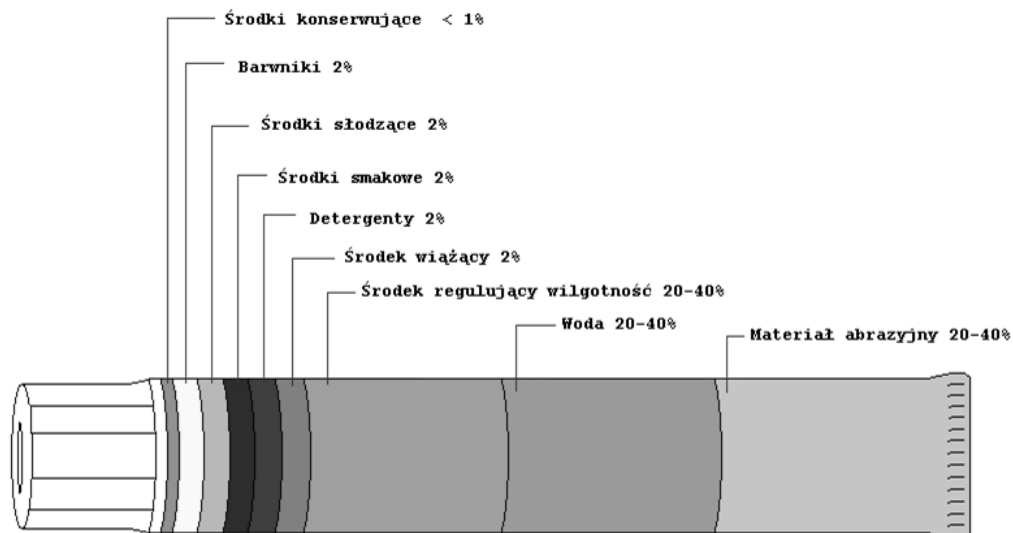
Do najczęstszych powikłań nieleczzonej próchnicy należy zapalenie miazgi, ropień, zapalenie i zniszczenie tkanek okołowierzchołkowych, zniszczenie tkanek zęba przez proces próchnicowy i w konsekwencji utrata zęba. Ponadto należy mieć świadomość, iż nieleczona próchnica stanowi ognisko zakażenia i może być przyczyną powikłań ogólnoustrojowych (np. zapalenie mięśnia sercowego) [4].

2. Cel pracy

Celem pracy jest przedstawienie wpływu środków abrazyjnych, wykorzystywanych w higienie jamy ustnej na szkliwo zębów oraz omówienie poszczególnych substancji wchodzących w skład past do zębów stosowanych w profilaktyce stomatologicznej.

3. Substancje wchodzące w skład past do zębów

Pastę do zębów tworzą poszczególne składniki, które zostały przedstawione na schemacie poniżej (ryc. 1).



Rycina 1. Skład standardowej pasty do zębów [1]

Środki konserwujące

Decydują one o trwałości pasty przez cały okres jej ważności. W pastach często wykorzystywane są: parabeny (*Methylparaben*, *Propylparaben*), biguanid polyamino-propylu (*Polyaminopropyl Biguanide*), fenoksyetanol (*Phenoxyethanol*), octan tokoferolu (*Tocopheryl acetate*), alkohol benzylový (*Benzyl Alcohol*) [1].

Barwniki

Zabarwiają pastę, np. tlenek tytanu (*Titanium Dioxide*, *CI 77891*) – biały, błękit brylantowy (*CI 42090*), biksyna (*CI 75120*) – pomarańczowy.

Substancje słodzące

Zadaniem ich jest poprawienie smaku pasty, np. sacharyna (*Saccharin*), sacharynian sodu (*Sodium saccharin*), izomalt (*Isomalt*), ksylitol (*Xylitol*), sorbitol (*Sorbitol*), sukraloza (*Sucralose*). Warto zwrócić uwagę na ksylitol, który mimo słodkiego smaku, nie stanowi pożywki dla bakterii próchnicowych, podnosi pH w jamie ustnej oraz hamuje rozwój bakterii *Streptococcus mutans*, wywołujących próchnicę. Dzięki tym właściwościom jest skutecznym środkiem zapobiegającym próchnicy.

Środki smakowo-zapachowe

Najczęściej są to kompozycje miętowe oraz olejki eteryczne z szalwii, anyżku i eukaliptusa. Dla dzieci poleca się pasty owocowe. Ostatnio w sklepach pojawiły się nawet pasty o smaku coca coli.

Środki pieniące

Najczęściej stosowany jest 0,5-2,0% laurylowy siarczan sodu. Środki te wspomagają czyszczenie zębów mechaniczne, rozpuszczają usuniętą z powierzchni zęba płytkę, ułatwiając rozpuszczenie np. substancji aromatycznych oraz zmniejszają napięcie powierzchniowe śliny, dzięki czemu fluorki mogą dotrzeć w miejsca trudno dostępne, np. betaina kokamidopropylowa (*Cocamidopropyl Betaine*), laurylosiarczan sodu (*Sodium Lauryl Sulfate*). Wykazują one również niewielkie działanie antybakteryjne i działają hamująco na powstawanie płytki nazębnej. Przy standardowym zastosowaniu nie mają one klinicznie istotnego wpływu na twarde tkanki, mogą jednak oddziaływać drażniąco na tkanki miękkie [5, 6].

Środki wiążące tzw. zagęstniki

Substancje, które nadają paście odpowiednią konsystencję, nawet na dłuższy czas. Przykładem są hydroksyetyloceluloza (*Hydroxyethyl cellulose*), gliceryna (*Glycerin*), guma celulozowa (*Cellulose Gum*), karbomer (*Carbomer*).

Środki biologicznie czynne

Są to substancje, które hamują rozwój kamienia nazębnego, znoszące nadwrażliwość szyjek zębowych, ekstrakty roślinne, substancje działające przeciwzapalnie, działające profilaktycznie oraz środki konserwujące i bakteriostatyczne.

Jako substancje hamujące rozwój kamienia nazębnego stosuje się rozpuszczalne pirofosforany, z kopolimerem lub bez, albo związki cynku. Pirofosforany ograniczają powstanie kamienia nazębnego nadziąsłowego o ok. 50%, nie mają jednak wpływu na kamień nazębny poddziąsłowy [1].

Preparaty zawierające ekstrakty roślinne zwykle traktowane są jako elementy pomocnicze w terapii chorób przyzębia. Najpopularniejszymi i najczęściej stosowanymi w pastach są rumianek i szalwia. Rumianek wykazuje działanie przeciwzapalne, przeciwbakteryjne i przeciwgrzybiczne. Działanie przeciwzapalne rumianku warunkuje chamazulen – inhibitor syntezy mediatorów stanu zapalnego (leukotrienów) oraz α -bisabolol. Działanie przeciwskurczowe związane jest z obecnością flawonoidów, głównie apigeniny i α -bisabololu. Jeśli chodzi o działanie przeciwbakteryjne i przeciwgrzybicze związane są one z obecnością α -bisabololu. Natomiast szalwia działa bakteriobójczo, łagodzi również stany zapalne i zmniejsza dolegliwości bólowe dziąseł. Hamuje także krwawienie z drobnych naczyń krwionośnych. Dzięki temu znajduje zastosowanie w leczeniu stanów zapalnych dziąseł i chorób przyzębia [5, 7].

Najpopularniejszymi zastosowanymi w pastach związkami zapobiegającymi próchnicy są związki fluoru.

Badania z ostatnich lat dowodzą, że działanie profilaktyczne mają również substytuty cukru np. ksylitol. Związek ten dodany do pasty, hamuje wytwarzanie kwasów przez bakterie, jak również działa hamująco na rozwój bakterii jamy ustnej. Codzienne stosowanie preparatów do zębów z ksylitolem redukuje płytkę nazębną oraz prowadzi do zwiększenia zawartości fluoru w szkliwie i do jego remineralizacji [1, 8].

Innym związkiem używanym w pastach do zębów jest chlorheksydyna. Jest ona skuteczna zarówno przeciw bakteriom Gram-dodatnim, jak i Gram-ujemnym. Wyka-

zuje również działanie skierowane przeciw niektórym grzybom i wirusom. Utrzymuje się w jamie ustnej do 24 godzin, dzięki zdolności do wiązania się z grupami fosforanowymi i karboksylowymi na powierzchni bakterii, płytki, błony śluzowej i szkliwa [5]. Jednak chlorheksydyna powoduje również powstawanie przebarwień na zębach, dlatego zawierające ją preparaty nie powinny być stosowane dłużej niż dwa tygodnie [9].

Środki ściernie

Spośród wszystkich grup składników past do zębów najistotniejszym zarówno ze względu na funkcję, jak i ilość, są środki ściernie i polerujące [10]. Stanowią one od 25 do 50% zawartości pasty do zębów [5].

Zadaniem ich jest usunięcie nalotów i osadów. Polerują powierzchnię zębów i wypełnień stomatologicznych. Obecnie w pastach najczęściej stosuje się *silikat* (SiO_2), węgiel wapnia (*Calcium Carbonate*) oraz hydroksyapatyt (*Hydroxyapatite*). Rygorystyczne standardy ADA (*American Dental Association*) określają bezpieczny przedział abrazyjności mierzony w jednostkach RDA (*Radioactive Dentin Abrasion*). Przy nadwrażliwości i zaawansowanych chorobach przyzębia zalecane są niższe wartości RDA (około 50 RDA).

4. Abrazyjność

Ścieralność past określana jest najczęściej współczynnikiem **RDA**, którego wyznaczanie odbywa się poprzez szczotkowanie daną pastą napromieniowanej, zawierającej radioaktywny fosfor zębiny, a ścieralność pasty dla szkliwa przez oznaczenie współczynnika **REA** (*Radioactive Enamel Abrasion*). Im wyższa jest wartość RDA/REA, tym ścieralność past jest większa. Natomiast pasty o niskiej wartości RDA/REA wykazują niewielki wpływ na tkanki zębów. W tabeli poniżej został zamieszczony zakres ścieralności past używany w stomatologii.

Tabela 1. Zakres ścieralności past [5, 10]

Poziom RDA	Stopień ścieralności
0-70	niski
70-100	średni
100-150	wysoki
150-250	bardzo wysoki

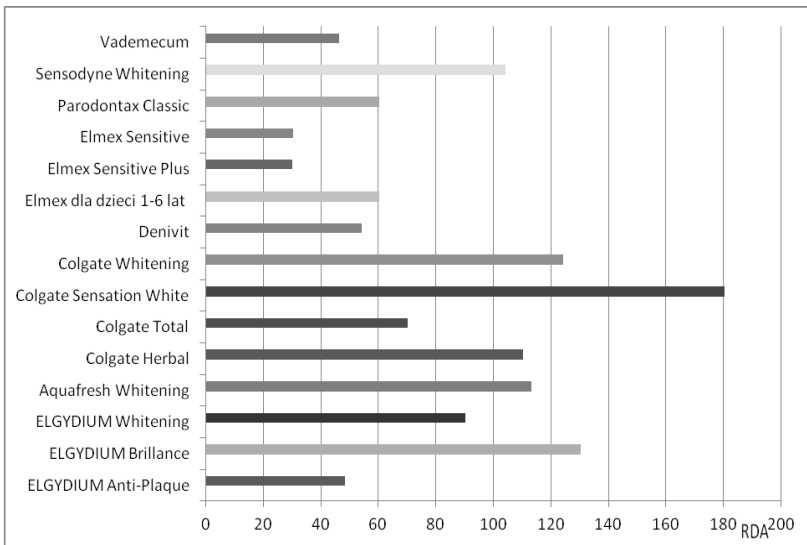
Zdolność past do usuwania przebarwień wynika głównie z ich właściwości abrazyjnych. Szczególną skutecznością odznaczają się pasty zawierające wodorowęglan sodowy, wodorotlenek glinu. Należy jednak zwrócić uwagę na fakt, że pasty wybielające mają bardzo wysoki stopień ścieralności, a w pastach dla palaczy może on nawet przekroczyć wartość 100 RDA. Są więc wysoce niewskazane dla pacjentów cier-

piących na nadwrażliwość z powodu odsłoniętych szyjek zębowych. Pacjenci borykający się z nadwrażliwością powinni korzystać z past o niskim stopniu ścieralności.

Właściwości dopuszczonych do sprzedaży na rynku europejskim past do zębów określa norma ISO 11609:1995. Zgodnie z nią przyjmuje się, że optymalna wartość RDA dla past do codziennego użytku waha się w przedziale 30–70 [5]. Badania wykazały brak korelacji pomiędzy efektywnością oczyszczania a ściernością past [11].

Poniżej zestawiono RDA najpopularniejszych past do zębów. Nie wszyscy producenci podają wartość współczynnika RDA na opakowaniu swojego produktu. Z wykresu wynika, że nie wszystkie pasty wybielające muszą posiadać wysoki oraz bardzo wysoki stopień ścieralności. Pasty stosowane na nadwrażliwość zębiny mają najmniejszą wartość współczynnika RDA.

Wykres poniżej przedstawia dostępne na krajowym rynku pasty profilaktyczne i profilaktyczno-lecznicze, które zawierają większość substancji biologicznie czynnych omówionych w pracy.



Rycina 2. Współczynniki RDA w wybranych pastach dostępnych na rynku

Źródło: Opracowanie własne [12]

Właściwości fizyczne substancji ściernych

O skutecznym usuwaniu płytki bakteryjnej decyduje w dużej mierze środek ścierny (abrazyjny). O jego bezpieczeństwie świadczy rodzaj środka ściernego, kształt i wielkość cząsteczek, twardość oraz odpowiedni dobór składników. Wielkość drobin nie powinna przekraczać 10 μm . Kształt środka abrazyjnego powinien być najbardziej zbliżony do kulistego, o łagodnych krawędziach. Twardość ścierniwa w pastach do zębów mierzy się wg skali *Mohsa Hardness Numbers* (MHN) i wartość ta nie powinna

przekraczać 8 MHN. Dla porównania najmniejszą twardością charakteryzują się organiczne środki ściernie 2-3 MHM i węglany wapnia do 4 MHM [12].

Oczyszczanie

Większość past do zębów czyści zęby mechanicznie z osadu nazębnego. Do past stomatologicznych dodaje się substancje ściernie w postaci drobinek, kuleczek czy granulek. Niektóre pasty mogą zawierać enzym, np.: papainę, która rozpuszcza osad nazębny ułatwiając przy tym oczyszczenie zębów. Jest to działanie chemiczne. Pasty zawierające wyciąg z porostu islandzkiego również działają w ten sam sposób [1].

5. Metody badawcze

Abrazyjność past można zmierzyć za pomocą dwóch różnych metod. Jedną z nich jest zastosowanie powierzchni radioaktywnej jako substratu i ocena utraty substancji po szczotkowaniu przez pomiar stopnia radioaktywności na startej powierzchni. Drugą metodą jest wykorzystanie profilometru do pomiaru substratu przed i po doświadczalnym szczotkowaniu. W pracy została wykorzystana druga metoda.



Rycina 3. Kawałki pleksy



Rycina 4. Profilometr

Do przeprowadzenia pomiaru abrazyjności wybranych past do zębów wykorzystano kawałki pleksy, elektryczną szczoteczkę z czujnikiem nacisku oraz profilometr. W pracy użyto trzech różnych pasty: pasty wzmacniającej szkliwo, pasty działającej przeciwpróchnicowo oraz pasty działającej przeciw nadwrażliwości zębów.

Pasta wzmacniająca szkliwo zawiera fluor, który działa przeciwpróchnicowo. Została opracowana specjalnie dla osób z wrażliwymi zębami, aby chronić przed działaniem kwasów.

Pasta zapobiegająca próchnicy zawiera odświeżające kryształki płynu do płukania jamy ustnej.

Pasta przeciw nadwrażliwości zamyka kanaliki zębowe, w których znajdują się zakończenia nerwów, dzięki czemu likwiduje ból. Przy regularnym użyciu pasta tworzy długotrwałą barierę ochronną przeciw nadwrażliwości.

Wszystkie pasty rozcieńczono wodą (stanowiły zawiesinę), a następnie przy użyciu elektrycznej szczotki do zębów szczotkowano kawałki pleksy przez około 3 minuty. Zmierzono chropowatość przy pomocy profilometru samej pleksy oraz pleksy z wodą.

Dla każdej próbki wykonano 5 pomiarów przy pomocy profilometru. Wyniki zostały zestawione w formie średniej arytmetycznej w tabeli poniżej (tabela 2).

Tabela 2. Wyniki badania chropowatości

Próbki	Wartość Ra
Plekxa	39 μm
Plekxa z wodą	30 μm
Plekxa z zawiesiną pasty wzmacniającej szkliwo	96 μm
Plekxa z zawiesiną pasty przeciwróchnicowej	73 μm
Plekxa z zawiesiną pasty działającej przeciw nadwrażliwości zębów	87 μm

Źródło: Opracowanie własne

Z uzyskanych badań wynika, że niski współczynnik chropowatość Ra uzyskała próbka z zawiesiną pasty działającej przeciw próchnicy 73 μm . Wysoką wartość współczynnika Ra posiada pasta wzmacniająca szkliwo 96 μm .

6. Podsumowanie

Większość pacjentów nie jest świadoma konsekwencji jakie mogą wystąpić przy stosowaniu niewłaściwych past do zębów. Przy wyborze odpowiedniej pasty do zębów należy zwrócić uwagę na skład oraz wartość współczynnika RDA ścierniwa. Przez używanie past o wysokim współczynniku RDA materiału abrazyjnego można doprowadzić do uszkodzenia szkliwa, powstania ubytków abrazyjnych, odsłonić szyjki zębów powodując nadwrażliwość. Największą wartość tego współczynnika posiadają materiały znajdujące się w pastach wybielających, a w szczególności w pastach przeznaczonych dla palaczy.

Pacjenci z nadwrażliwością zębiny powinny stosować pasty do zębów o odpowiednim poziomie ścierności. Preparaty dla tych osób nie powinny przekraczać poziomu 40 RDA. Pasty o wysokiej ścierności mogą sprzyjać uwalnianiu zwiększonej ilości jonów rtęci z uzupełnień amalgamatowych.

Literatura

1. Jańczuk Z., *Podręcznik dla asystentek i higienistek stomatologicznych*, PZWL Warszawa 2012, s. 250-300
2. Craig R. G., *Materiały stomatologiczne*, Wrocław 2008, s. 111-251
3. Jurczak A., *Próchnica zębów – od czasów starożytnych do współczesności*, Nowa Stomatologia, 4/2014, s. 183-188

4. Leah V. B., *Asystowanie w stomatologii*, Wrocław 2006, s. 183-309
5. Kasiak M., *Pasty do zębów – skład i działanie*, 9/2009, s. 665-672
6. Moore C., Addy M., Moran J., *Toothpaste detergents: a potential source of oral soft tissue damage?*, *International Journal Dental Hygiene*, 6/2008, s. 193-198
7. Domingues M., *Chamomilla recutita and Corticosteroids on Wound Healing. An in vitro and in vivo study*, *Phytotherapy Research*, 23/2009, s. 274-278
8. Weyna E., *Bezpieczeństwo profilaktyki fluorkowej w świetle wiedzy studentów i lekarzy oraz dowodów naukowych*, *Journal of Stomatology*, 6/2005, s. 397-403
9. Storehagen S., Ose N., Midha S., *Dentifrices and mouthwashes ingredients and their use. Semesteroppgave 10. Semester Kull V99 Seksjon for odontologisk farmakologi og farmakoterapi*, Institutt for klinisk odontologi, Det odontologiske fakultet, Universitetet Oslo 2003
10. Wolf H., *Periodontologia*, Wydawnictwo Czelej Wyd. 1. Lublin 2006, s. 67-68
11. Wülknitz P., *Cleaning power and abrasivity of European toothpastes. Advances in Dental Research*, 1997, s. 576-579
12. Paul-Stelmaszczyk M., *Składniki ściernie w pastach do zębów – przegląd piśmiennictwa*, *Stomatologia Współczesna*, 6/2003, s. 43-47

Wpływ środków abrazyjnych wykorzystywanych w profilaktyce stomatologicznej na szkliwo zębów

Obecnie na rynku mamy szeroką gamę past do higieny jamy ustnej. Producenci prześcigają się w pomysowości i oferują nam pasty w różnych kolorach, opakowaniach, smakach czy zapachach. W zależności od zastosowania, pasty zawierają różne materiały ściernie. Najczęściej jako materiał abrazyjny w pastach stosuje się siliakat (SiO_2), węglan wapnia (*Calcium Carbonate*) oraz hydroksyapatyt (*Hydroxyapatite*). Większość past do zębów czyści zęby mechanicznie z osadu nazębnego. W tym celu dodaje się substancje ściernie w postaci różnych drobinek, kuleczek czy granulek.

Celem pracy jest przedstawienie wpływu środków abrazyjnych wykorzystywanych w higienie jamy ustnej na szkliwo zębów oraz omówienie poszczególnych substancji wchodzących w skład past do zębów stosowanych w profilaktyce stomatologicznej.

Przy wyborze odpowiedniej pasty do zębów należy zwrócić uwagę na skład oraz wartość współczynnika RDA. Przez niewłaściwe używanie past o dużym współczynniku RDA można uszkodzić szkliwo, spowodować ubytki abrazyjne, odsłonić szyjki zębów powodując nadwrażliwość. W pastach wybielających współczynnik ściernalności powinien być wyższy niż w typowych pastach profilaktycznych.

The impact of abrasives used in dental prophylaxis

Currently on the market we have a wide variety of pastes for dental hygiene. Manufacturers outdo each other in creativity and offer us pastes in a variety of colours, packaging, flavours and fragrances. Depending on the application, pastes contain different abrasive materials. The most common abrasive materials in pastes are silicate (SiO_2), calcium carbonate and hydroxyapatite. In order to achieve it abrasive material is added in the form of different particles, beads or granules. The attrition rate of bleaching pastes should be higher than in typical prophylactic pastes. Most toothpastes clean mechanically teeth plaque.

The aim of the study is to present the impact of abrasive used in oral hygiene and a discussion of the various substances in the toothpaste used in dental prophylaxis.

When choosing a suitable toothpaste should pay attention to the composition and value of the RDA. By improper use of pastes having a high coefficient RDA can damage tooth enamel, cause losses abrasive, reveal the neck of the teeth causing sensitivity. The bleaching pastes attrition rate should be higher than typical prophylactic pastes.

Wykorzystanie metod chromatograficznych w diagnostyce zatruc

1. Wstęp

W poniższej pracy skupiono się głównie na objawach oraz metodach laboratoryjnych diagnozowania różnego typu zatruc, ze szczególnym uwzględnieniem zastosowania metod chromatograficznych w medycynie sądowej i toksykologii. Definicja zatrucia podawana przez encyklopedię PWN brzmi następująco: „Zatrucie, intoksykacja jest to zaburzenie czynności komórek, tkanek lub narządów wskutek działania substancji egzogennych (pochodzenia roślinnego, zwierzęcego, chemicznego, czy bakteryjnego) lub pochodzenia endogennego (nadmiar hormonów tarczycy, gestoza, samozatrucie się metabolitami nie wydalnymi, np. w mocznicy, niewydolności wątroby, gorączce)” [3]. Zatrucia możemy podzielić ze względu na czas działania substancji toksycznej na ostre, podostre oraz przewlekłe. Zatrucia mogą mieć także różne przyczyny. Wyróżniamy zatrucia przypadkowe związane z niecelowym przyjęciem jakiegoś toksycznego związku lub związane z skażeniem środowiska, zatrucia celowe (samobójstwa, zabójstwa) zatrucia związane z jednostkami chorobowymi (toksyny bakteryjne) lub zatrucia przemysłowe. Zatrucia mogą powodować pobudzenie układu cholinergicznego, wtedy mówimy o tzw. ostrym zespole cholinergicznym, który może być spowodowany zatruciami związkami fosforoorganicznymi (pestycydami lub gazami bojowymi), karbaminianami lub przedawkowaniem leków cholinergicznymi (np. pilokarpiny). Objawy takiego zatrucia wynikające z pobudzenia receptorów muskarynowych to zaczerwienienie skóry, zwężenie źrenic, zaburzenia widzenia, ślinienie i groźne nadmierne wydzielanie oskrzelowe (mogące pozorować obrzęk płuc), skurcz oskrzeli, kaszel, duszność, łzawienie, potliwość, kolka jelitowa, biegunka, bradykardia, bezwiedne oddawanie moczu i stolca a wynikające z pobudzenia receptorów nikotynowych to drżenie, osłabienie mięśni aż do całkowitego porażenia (dotyczy także przepony), tachykardia, nadciśnienie tętnicze [4]. Innym typem są zatrucia powodujące upośledzenie działania acetylocholino na receptor muskarynowy, które noszą nazwę ostrego zespołu antycholinergicznego. Taki zespół może być wywołany przez rośliny zawierające alkaloidy tropanowe (atropina, skopolamina,

¹ beata.kocyan@gmail.com, Wydział Lekarski w Katowicach, Śląski Uniwersytet Medyczny, www.sum.edu.pl

² aknapik14@gmail.com, Wydział Lekarski w Katowicach, Śląski Uniwersytet Medyczny, www.sum.edu.pl

³ diana.sikora@gmail.com, Wydział Lekarski w Katowicach, Śląski Uniwersytet Medyczny, www.sum.edu.pl

hioscyna) czyli pokrzyk wilcza jagoda, bielun dziedzierzawa, lulek czarny, preparaty farmaceutyczne atropiny, homatropiny, skopolaminy, leki przeciwhistaminowe, leki stosowane w chorobie Parkinsona, trójpierścieniowe leki przeciwdepresyjne czy leki przeciwpsychotyczne. Objawy zatrucia to omamy, splątanie, pobudzenie psychoruchowe (czasem bardzo gwałtowne, niebezpieczne dla chorego i otoczenia), śpiączka (rzadko z drgawkami), rozszerzenie źrenic, tachykardia, rozszerzenie naczyń obwodowych, suchość skóry i błon śluzowych, hipertermia, porażenie perystaltyki jelit i zatrzymanie moczu [5].

2. Epidemiologia

W Polsce notowanych jest około 40 tysięcy przypadków rocznie, z czego 1-2 % kończy się śmiercią w trakcie hospitalizacji. Ta liczba nie odzwierciedla całkowitej śmiertelności związanej z zatruciami. Należałoby uzupełnić dane o przypadki zgonów na miejscu zdarzenia. Najczęstsze są zatrucia alkoholem etylowym, rzadziej dochodzi do zatruc substytutami takimi jak np. glikol etylenowy. Wśród najczęstszych zatruc występują także zatrucia lekami, tlenkiem węgla (II), grzybami trującymi, środkami ochrony roślin, rozpuszczalnikami organicznymi oraz środkami żrącymi. Z badań prowadzonych w Szpitalnym Oddziale Ratunkowym Uniwersyteckiego Szpitala Klinicznego w Białymstoku wynika, że ponad połowa zatruc to zatrucia celowe, głównie samobójcze. Ponad połowę stanowiły kobiety. Zatrucia przypadkowe najczęściej (67%) występowały u chorych powyżej 65 r.ż. i dotyczyły częściej mężczyzn (63%). Najwięcej chorych ulegało zatruciom w wieku pomiędzy 36. a 65. rokiem życia [11].

3. Diagnostyka zatruc

Badania laboratoryjne są jedynym pewnym kryterium diagnostycznym, stanowią potwierdzenie rozpoznania klinicznego. Dodatkowo analiza ilościowa pozwala lepiej ocenić stan kliniczny pacjenta oraz dostosować leczenie. Umożliwiają też określenie fazy toksykokinetycznej w której znajduje się obecnie chory. Aby wykonać badanie toksykologiczne należy pobrać 5-10 ml krwi lub 100 ml moczu, pomocne może być także zabezpieczenie próbki wymiocin czy odzieży pacjenta^{5,6}. Nie sposób omówić wszystkie substancje mogące wywołać zatrucia, dlatego w poniżej pracy zdecydowano się przedstawić metody pozwalające na oznaczenie alkoholu etylowego, glikolu etylenowego, lotnych związków nieorganicznych, substancji toksycznych zawartych w muchomorze sromotnikowym, taksyn oraz benzodiazepin.

3.1. Glikol etylenowy

Jednym z zastosowań chromatografii w diagnostyce jest diagnostyka zatruc glikolem etylenowym. Glikol etylenowy (EG) jest najprostszym cukrowym alkoholem dihydroksylowym, jest składnikiem płynów chłodzących stosowanych w przemyśle motoryzacyjnym a także prekursorem polimerów. W czystej postaci jest bezbarwną, bezzapachową, cieczą o słodkawym posmaku. Zatrucia są najczęściej spowodowane omyłkowym spożyciem lub w celach samobójczych. Jest także wykrywany

w próbkach alkoholi nielegalnego pochodzenia. Szacuje się, że dawką śmiertelną jest 100 ml glikolu. Diagnostyka zatruc glikolem etylenowym polega na oznaczeniu zawartości EG w próbce krwi lub moczu z wykorzystaniem chromatografii gazowej połączonej z odpowiednim detektorem. Wykorzystywane są detektory płomieniowe FID lub detektory mas MS. Jest to metoda szybka (około 2 godziny), skuteczna oraz o wysokiej referencyjności. Istnieje także możliwość wykorzystania wysokosprawnej chromatografii cieczowej do oznaczania metabolitu EG jakim jest kwas glikolowy jednak jest rzadko stosowana. Glikol etylenowy jest związkami o wysokiej polarności i wysokiej temperaturze wrzenia, dlatego aby poprawić skuteczność rozdzielania stosuje się konwersje do mniej polarnego estru borowego. W analizie wykorzystywany jest standard wewnętrzny jakim jest 1,2-butanodiol lub 1,3-propanodiol. Wysoka polarność i temperatura wrzenia wyklucza użycie technik headspace (analiza fazy gazowej nad roztworem). Istnieją także inne metody analityczne wykorzystywane do diagnostyki zatruc EG jednak są to metody o mniejszej specyficzności i precyzji [2].

3.2. Lotne związki nieorganiczne

Najczęściej notowane są zatrucia związane z intoksykacją tlenkiem węgla, znacznie rzadziej – zatrucia cyjankami i siarkowodorem. Tlenek węgla powoduje przede wszystkim zaburzenia w obrębie ośrodkowego układu nerwowego takie jak leukoencefalopatia oraz uszkodzenia układu sercowo-naczyniowego. Kliniczne objawy ciężkiego zatrucia tlenkiem węgla to nudności i wymioty, przyspieszenie rytmu serca przy spadku ciśnienia tętniczego, zaburzenia świadomości, sinica, śpiączka, drgawki, następnie zwolnienie akcji serca, częstotliwości oddechów a ostatecznie śmierć. Przyjmuje się, że stwierdzenie $\text{COHb} > 10\%$ całkowitej hemoglobiny stanowi dowód narażenia na CO [1]. W diagnostyce głównie stosuje się dwie metody: spektrofotometrię mas oraz chromatografię gazową. Obie metody mają swoje zalety oraz ograniczenia. Metoda spektrofotometryczna jest metodą tanią, próbki są łatwe do przygotowania, istnieje możliwość wykrycia innych pochodnych hemoglobiny, ale jest czuła na interferencje (spektralne i chemiczne), wykazuje małą dokładność przy stężeniach poniżej 5% COHb. Metoda ta jest preferowana do czystej, świeżej krwi. Nie sprawdzi się w przypadku diagnostyki pośmiertnej. Metoda ta jest dobrym rozwiązaniem w przypadku małych laboratoriów nie gdzie takie oznaczenia prowadzi się rzadko oraz do szybkiej analizy zawartości karboksyhemoglobiny w świeżej krwi. Metody chromatograficzne są bardziej precyzyjne, czułe i o dużej specyficzności, ale niestety są metodami droższymi przez cenę aparatury oraz konieczność obsługi przez wysoko wykwalifikowany personel. Do zalet chromatografii gazowej należy specyficzność dla CO, możliwość analizy próbek, które uległy procesom gnilnym (preparaty sekcyjne) oraz brak wrażliwości na interferencje, a także niska granica wykrywalności – 0.005%. Metody chromatograficzne znajdują zastosowanie w badaniach naukowych, w laboratoriach, w których diagnostyka zatruc tlenkiem węgla jest wykonywana często oraz w badaniu pośmiertnym [9].

3.3. Etanol

Zatrucie alkoholem etylowym jest najczęstszą przyczyną zatruc w Polsce. Następstwa ostrego zatrucia etanolem to m.in.: niewydolność oddechowa lub krążeniowa, ostre zapalenie trzustki, rabdomioliza, hiperurykemia czy ostre uszkodzenie wątroby. Na poziomie biochemicznym zatrucie etanolem prowadzi do kwasicy metabolicznej, hipoglikemii i odwodnienia. Dawka śmiertelna wynosi ok. 5-8 g/kg masy ciała dla dorosłych, zaś prędkość metabolizmu w organizmie to średnio 10 ml/h. Poza zatruciami etanolem częste są również zatrucia mieszane, które są szczególnie niebezpieczne ze względu na potęgujący efekt etanolu na działanie wielu trucizn, np. tetra chlorku węgla czy toluenu a także synergistyczne działanie z lekami nasennymi i morfiną. Rozpoznanie chemiczno-toksykologiczne opiera się na oznaczeniu etanolu w powietrzu wydychanym i/lub we krwi [1]. Oznaczanie alkoholu we krwi może odbywać się metodami: chemiczną Widmarka, enzymatyczną z udziałem dehydrogenazy alkoholowej (ADH) lub metodą chromatografii gazowej z detekcją płomieniowo-jonizacyjną (TCD). W metodzie chromatograficznej jako standard wewnętrzny można zastosować 0,05% wodny roztwór tert-butanolu, a do analizy fazy nadpowierzchniowej wykorzystuje się technikę headspace [7]. Zgodnie z zaleceniami IES z 2004 roku stężenie alkoholu etylowego w płynach ustrojowych oznacza się metodą chromatografii gazowej oraz enzymatyczną. Metoda chromatograficzna z zastosowaniem techniki headspace jest metodą z wyboru, o najwyższym stopniu swoistości i jest szeroko wykorzystywana zwłaszcza w laboratoriach wykonujących oznaczenia dla celów organów ścigania i sądownictwa. Jej główne zalety to m.in. łatwość przygotowania próbek, niewielka ilość potrzebnego do analizy materiału badawczego, szybkość, czułość i duża swoistość pomiaru w stosunku do etanolu. Należy pamiętać, że aby pomiar alkoholu etylowego w próbce materiału biologicznego spełniał kryteria dowodowe w procesach zarówno karnych, jak i cywilnych, wymagane jest dokonanie go za pomocą dwóch różnych metod, natomiast w przypadku zastosowania jedynie metody chromatografii gazowej konieczne jest wykonanie analizy dla dwóch oddzielnie pobranych próbek na kolumnach różniących się właściwościami elucyjnymi.

3.4. Muchomor sromotnikowy (*Amanita phalloides*)

Zatrucia muchomoremsromotnikowym odpowiadają za 46% wszystkich zatruc grzybami i zdarzają się głównie w okresie owocowania *Amanita*, to jest od połowy lipca do października. Śmiertelność tych zatruc jest wysoka i wynosi w polskich ośrodkach toksykologicznych 15-20%. Substancje trujące zawarte w muchomorze sromotnikowym to cykliczne polipeptydy: amatoksyny i falotoksyny, z czego najbardziej niebezpieczna dla człowieka jest amatoksyna – α -amanityna. Dawka śmiertelna α -amanityny dla człowieka wynosi ok. 0,1mg/kg m.c., co odpowiada 50g świeżego muchomora. Zatrucie muchomoremsromotnikowym daje początkowo (zwykle po 10-12 h od spożycia) objawy z przewodu pokarmowego – nudności, wymioty, bóle brzucha i biegunkę. W czwartym-piątym dniu od spożycia pojawiają się kliniczne objawy

uszkodzenia wątroby, w ciężkich przypadkach rozwija się piorunujące zapalenie wątroby, prowadzące często do zgonu spowodowanego niewydolnością w wątroby [1].

Rozpoznanie zatrucia muchomore sromotnikowym opiera się na badaniach enzymatycznych i na oznaczaniu α -amanityny we krwi i w moczu. Amanityny wykrywa się w moczu już po 3-4 h, natomiast we krwi mogą być wykryte tylko do kilkunastu godzin od spożycia muchomora ze względu na krótki okres półtrwania ($T_{1/2} = 2-3h$). Kluczowe badania enzymatyczne wykorzystywane w diagnostyce omawianego zatrucia to m.in. badania AcCo, AspAT, AlAT, protrombiny, bilirubiny czy mocznika. W szybkiej diagnostyce najbardziej przydatna jest metoda ELISA, ze względu na wysoką czułość i krótki czas oczekiwania na wynik (ok. 2,5 godziny). Amanityny, zarówno we krwi, jak i w moczu, można oznaczać także metodami chromatograficznymi. Wykorzystywane są w tym celu: wysokosprawną chromatografię cieczową z detekcją elektrochemiczną (HPLC-ECD), chromatografię cieczową i wysokosprawną chromatografię cieczową z detekcją mas (LC-MS, LC-MS-MS). Badania toksykologiczne są niezbędne w celu uzupełnienia wywiadu lekarskiego i wdrożenia odpowiedniego leczenia.

3.5. Taksyny

Taksyny – taksyna B i izotaksyna B – to alkaloidy zawarte w igłach cisa pospolitego. Dawka śmiertelna taksyn zawarta jest w 50-100g igieł cisa, chociaż przyjmuje się, że spożycie już 50 igieł może mieć skutek śmiertelny. Zatrucia tą rośliną są zwykle przypadkowe, chociaż zdarzają się celowe zatrucia w celach samobójczych. Ekstrakt z cisa od starożytności był stosowany zarówno w zabójstwach, jak i samobójstwach. Objawami zatrucia są ból brzucha, biegunka i wymioty z charakterystyczną brązową pianą.

W celu analizy taksyn w materiale biologicznym przeprowadza się ekstrakcję do fazy stałej (SPE) próbek krwi lub ociekliny z mózgu osoby zmarłej. Do identyfikacji izomerów taksyny B można zastosować metodę wysokosprawnej chromatografii cieczowej połączonej z tandemową spektrometrią mas (HPLC-ESI-MS-MS) [6].

3.6. Benzodiazepiny

Pochodne 1,4-benzodiazepiny należą do obecnie najczęściej przepisywanych leków w farmakologii chorób psychicznych. Benzodiazepiny działają poprzez nasilenie przewodnictwa GABA-ergicznego, co prowadzi do zmniejszenia przewodnictwa neuronów i wywołuje efekt uspokajający i nasenny. Leki te są stosowane w psychiatrii do leczenia doraźnego nasilonego lęku i bezsenności, nie są natomiast stosowane w leczeniu przewlekłym ze względu na możliwość silnego uzależnienia fizycznego i psychicznego. W celu wykrycia przedawkowania oznacza się stężenie benzodiazepin w surowicy. Na zatruciu omawianymi lekami wskazują zaburzenia koncentracji i pamięci, spowolnienie, niewyraźna mowa, senność, zaburzenia równowagi i wąskie źrenice.

Może pojawić się oczopląs. W przypadku stwierdzenia zatrucia benzodiazepinami w badaniu laboratoryjnym podaje się odtrutkę – flumazenil.

Do wykrywania obecności benzodiazepin we krwi stosuje się metodę immunofluorescencyjną w świetle spolaryzowanym (FPIA). W przypadku stwierdzenia obecności benzodiazepin metodą FPIA przeprowadza się oznaczanie badanych związków metodą chromatograficzną, np. wysokosprawną chromatografią cieczową (HPLC), chromatografią gazową z detektorem ECD lub chromatografią cieczową sprzężoną ze spektrometrią mas (LC-MS/MS). Granica wykrywalności benzodiazepin metodą LC-MS/MS wynosi 100pg/ml [10]. Czulsze są metody immunologiczne, które umożliwiają wykrycie benzodiazepin we włosach w stężeniach niewykrywalnych metodą GC/MS [8].

4. Podsumowanie

Podsumowując, metody chromatograficzne są szeroko wykorzystywane do diagnostyki zatruc różnymi ksenobiotykami. Metody te są preferowane w przypadku oznaczeń wykonywanych dla organów ścigania oraz w sytuacji, kiedy mamy do czynienia z materiałem, który uległ zniszczeniu przez procesy gnilne (materiał sekcyjny), czy kiedy dysponujemy bardzo małą próbką. Metody spektrofotometryczne należą do metod tańszych, nie wymagające tak zaawansowanego wyposażenia laboratorium, sprawdzą się w niewielkich ośrodkach, gdzie oznaczenia nie są wykonywane zbyt często, a także w wypadku badania świeżej krwi. Zalecenia IES z 2004 roku wskazują metodę chromatografii gazowej z zastosowaniem techniki headspace jako metodę z wyboru, w przypadku glikolu etylenowego również preferowana jest chromatografia gazowa z wykorzystaniem np. detektorów płomieniowych. Lotne związki organiczne możemy oznaczać zarówno przy użyciu spektrofotometrii mas jak i chromatografii. Wady i zalety obu metod zostały przedstawione w czasie omawiania diagnostyki tych związków. W zatruciach muchomorem sromotnikowym głównym kryterium decydującym o wyborze metody jest czas oczekiwania na wynik analizy. Preferowana jest metoda ELISA ze względu na jej wysoką czułość i krótki czas oczekiwania na wynik (ok. 2 godziny). Benzodiazepiny możemy wykrywać za pomocą metod chromatograficznych jednak bardziej czułe są metody immunologiczne, które umożliwiają wykrycie dużo niższych stężeń benzodiazepin [9, 11].

Literatura

1. Dembińska-Kieć A., Naskalski J. W., *Diagnostyka laboratoryjna z elementami biochemii klinicznej*, Elsevier, Wrocław, 2010, s.982-995, 989-992, 993-995
2. Diagnosta Laboratoryjny, *Diagnostyka zatruc: lekami, grzybami, narkotykami ROK XII NR 1 (34) MARZEC 2014*
3. Encyklopedia PWN, hasło: zatrucia, <http://encyklopedia.pwn.pl/haslo/zatrucie;4000605.html> dostęp 01.06.2016 r.
4. <http://www.mp.pl/interna/chapter/B16.II.20.12..html>, dostęp: 01.06.2016 r.
5. <http://www.mp.pl/interna/chapter/B16.II.20.11.html> dostęp: 01.06.2016 r.
6. Kula K., Rojek S., Klementowicz W., Kryś M., Konopka T., *Analiza alkaloidów cisa pospolitego w materiale biologicznym z zastosowaniem metod chromatograficznych*, s.279-284, http://www.amsik.pl/archiwum/4_2009/4_09c.pdf

7. Ostaszewska I., *Oznaczanie zawartości alkoholu etylowego w płynach ustrojowych człowieka metodą chromatografii gazowej head-space – walidacja metody*, Problemy kryminalistyki, 265(2009), s. 33-44
8. Szukalski B., Mirkiewicz E., *Oznaczanie narkotyków w materiale biologicznym – ślinie i włosach*, Alkoholizm i Narkomania, 1/18/95, s. 7-26
9. Wachowiak R., Tobolski J., *Wykorzystanie chromatografii gazowej w toksykologicznej analizie lotnych związków nieorganicznych w materiale biologicznym*, s. 237-243, http://www.amsik.pl/archiwum/3_1997/3_97I.pdf
10. Wicka M., Chołbiński P., Kwiatkowska D., Pokrywka A., *Wykrywanie substancji psychotropowych we krwi metodą LC/MS/MS*, Problemy kryminalistyki, 284(2014), s. 1-13
11. Żeleznikowicz-Wojewódzka M., Czaban S., Poniatowski B., Ładny J., *Zatrucia – epidemiologia, diagnostyka i leczenie w oddziale ratunkowym*, Postępy Nauk Medycznych 6/2009, s. 480-484

Wykorzystanie metod chromatograficznych w diagnostyce zatruc

Chromatografia jest metodą rozdzielu tzw. "trudnych" substancji, nie dających się rozdzielić za pomocą alternatywnych metod rozdzielu, z tego względu ma szereg zastosowań w medycynie, farmakologii czy przemyśle. Jednym z takich zastosowań jest identyfikacja toksyn w materiale biologicznym. Chromatografię można wykorzystać do badania wielu materiałów biologicznych takich jak mocz, krew czy ślina co pozwala na zastosowanie tej metody do celów medycyny sądowej, toksykologii oraz kryminalistyki w przypadku zatruc alkoholem, lekami czy substancjami lotnymi. Metody chromatograficzne pozwalają na wykonanie analizy z większą dokładnością niż z użyciem tylko spektrofotometrii co pozwala uniknąć błędów w diagnostyce i umożliwia zastosowanie odpowiedniego leczenia, a także jest niezwykle ważne w opiniowaniu sądowo-medycznym.

W pracy omówiono także inne metody identyfikacji różnych substancji w materiałach biologicznych wraz z porównaniem tych metod pod kątem dokładności, czasu badania a także kosztów.

Słowa kluczowe: zatrucia, metody chromatograficzne

Use of chromatographic methods in poisoning diagnostics

Chromatography is a method of quantitative and qualitative analysis of so called "difficult" substances which are impossible to be split up by alternative methods of separation and accordingly it has a wide range of applications in medicine, pharmacology or industry. Chromatographic techniques present greater accuracy in analysis performance than using only spectrophotometry, which enables to avoid mistakes in diagnostics and enables an implementation of proper treatment, as well as legitimate opinion in reference for the cases of forensic medicine. This work mainly focused on an implementation of chromatographic methods to the objectives of forensic medicine, toxicology and forensics in tests of various biological materials such as urine, blood or saliva. The most frequently occurring types of poisoning such as: ethyl alcohol, medicines and volatile substances were taken into account.

There were also other methods allowing to identify substances in biological samples discussed, including an analysis of the accuracy, length of test period and the costs of implementing the given methods.

Keywords: chromatography, toxicology

Barwniki w żywności **– historia wykorzystania, obecne źródła i perspektywy**

1. Wstęp

Postęp cywilizacyjny to zjawisko wieloaspektowe nieodłącznie związane z działalnością człowieka. Jednak nie wszystkie przemiany określane są jako postęp, kiedy następuje zmiana na gorsze lub cofnięcie mówi się zazwyczaj o regresie cywilizacyjnym.

Jednak nie we wszystkich aspektach rozwoju cywilizacyjnego cofnięcie się należy postrzegać jako regres. Specyficznym przypadkiem ilustrującym taką sytuację jest historia wykorzystania barwników w żywności.

Rozwijający się przemysł spożywczy, nowe rodzaje i technologie pozyskiwania surowców, przy równoczesnym wzroście świadomości społeczeństwa powodują, że zakres oczekiwań konsumentów wobec żywności nieustannie się zmienia.

Ostatnie lata przyniosły znaczący rozwój wiedzy w zakresie wpływu na zdrowie sztucznych barwników dodawanych do żywności, co spowodowało gwałtowny wzrost zainteresowania naukowców, producentów i konsumentów barwnikami naturalnymi.

Jednocześnie należy pamiętać, że barwa żywności zawsze pełniła podstawową rolę w identyfikacji pożywienia i jego stopnia przydatności do spożycia. Zatem także obecnie kolory żywności wiążą się z innymi walorami sensorycznymi produktów spożywczych, czasami działając antagonistycznie a czasem synergistycznie.

W pracy scharakteryzowane zostały rodzaje barwników, metody ich pozyskiwania oraz ewolucja tych metod od ekstrakcji naturalnych barwników z roślin, przez syntezę chemiczną, aż do powrotu do stosowania barwników naturalnych pozyskiwanych metodami biotechnologicznymi zagospodarowując przy tym niewykorzystane resztki żywności.

Pozornie zamknięty krąg, jaki wydaje się tworzyć wykorzystanie barwników w żywności, tylko pozornie zdaje się być zaprzeczeniem postępu cywilizacyjnego. Jeśli przyjrzeć się niekwestionowanemu rozwojowi świadomości na temat wpływu żywności na zdrowie, okazuje się, że wiedza ta także zatoczyła krąg, zwracając się do żywności jak najmniej przetworzonej lub przetworzonej tak, aby dostarczała skutecznie zbilansowaną dawkę energii i substancji o działaniu prozdrowotnym. W relacji

¹ joanna.harasym@ue.wroc.pl, Bio-Ref Laboratory, Katedra Biotechnologii i Analizy Żywności, Wydział Inżynieryjno-Ekonomiczny, Uniwersytet Ekonomiczny we Wrocławiu, www.ue.wroc.pl

² Department of Agriculture and Forestry Engineering, College of Agricultural and Forestry Engineering, University of Valladolid, <http://www.uva.es/export/sites/uva>

³ ludmila.bogacz-radomska@ue.wroc.pl, Katedra Biotechnologii i Analizy Żywności, Wydział Inżynieryjno-Ekonomiczny, Uniwersytet Ekonomiczny we Wrocławiu, www.ue.wroc.pl

do powyższego można stwierdzić, że historia stosowania barwników w żywności wyjątkowo dobrze odzwierciedla postępowanie cywilizacyjny człowieka.

2. Barwniki stosowane w żywności

Barwniki spożywcze stanowią grupę dodatków do żywności, wywołujących ostatnio najwięcej emocji i kontrowersji. Taka charakterystyka związana jest z hedonistycznym odczuciem wynikającym z postrzegania barwy przez człowieka, a przez to wysoką efektywnością marketingową tych substancji, przy jednocześnie najniższym rzeczywistym wskaźniku potrzeby ich stosowania w technologii. Barwniki z założenia nie służą ani poprawie smaku, ani zapachu, jak również nie są stosowane w celu przedłużeniu przydatności do spożycia i w większości przypadków nie wnoszą też żadnych nowych wartości odżywczych.

Jednakże z perspektywy przemysłu spożywczego należą one do kluczowych dodatków tuż obok substancji smakowo-zapachowych. Ich zdolność nadawania barwy wykorzystywana jest w celu odtworzenia pierwotnej barwy środków spożywczych, utraconej w wyniku procesów przetwórczych, w celu podniesienia atrakcyjności produktów zazwyczaj bezbarwnych lub aby wzmocnić istniejącą barwę żywności.

Barwniki organiczne naturalne, do których należą m.in. annato (biksyna, norbiksyna), antocyjaniny, betaina, chlorofile, karmel, koszenila, kurkumina, likopen czy karotenoidy, posiadają słabszą siłę barwienia, są bardziej wrażliwe na światło, temperaturę, pH, czynniki utleniające lub redukujące w porównaniu do barwników syntetycznych [1].

Natomiast barwniki syntetyczne, do których należą barwniki azowe, indygoide, chinolinowe i triarylometanowe poza takimi cechami jak większa trwałość, możliwość uzyskania szerszego spektrum barw, są również znacznie tańsze od naturalnych. Z powodów ekonomicznych barwniki syntetyczne są szeroko stosowane w przemyśle spożywczym [1]. Podział barwników ze względu na pochodzenie przedstawiono w Tabeli 1.

Tabela 1. Podział barwników ze względu na pochodzenie

<p style="text-align: center;">Organiczne naturalne</p> <p>otrzymane w efekcie procesów fizycznych takich jak:</p> <ul style="list-style-type: none"> • destylacja i ekstrakcja rozpuszczalnikami • enzymatycznych • mikrobiologicznych z surowców roślinnych lub zwierzęcych 	<p style="text-align: center;">Organiczne syntetyczne</p> <p>otrzymane na drodze syntezy chemicznej, nie występujące w produktach roślinnych i zwierzęcych</p>
<p style="text-align: center;">Syntetyczne, identyczne z naturalnymi</p> <p>otrzymane w wyniku chemicznej syntezy lub zastosowania procesów chemicznych, pod względem chemicznym identyczne z substancjami naturalnie występującymi w produktach roślinnych lub zwierzęcych</p>	<p style="text-align: center;">Nieorganiczne</p>

Źródło: opracowanie własne na podstawie [1, 3-5]

W ostatnich latach rozgorzała intensywna dyskusja nad szkodliwością, stosowanych w żywności sztucznych barwników, co przyczyniło się do znaczącego wzrostu zainteresowania zarówno producentów żywności jak konsumentów barwnikami naturalnymi. Barwniki naturalne otrzymywane są na drodze wieloetapowego procesu ekstrakcji z materiału biologicznego, którego źródłem mogą być rośliny lub owady, natomiast te identyczne z naturalnymi pozyskuje się na drodze syntezy chemicznej [2].

2.1. Barwniki naturalne stosowane w przeszłości

Barwienie żywności znane jest już od bardzo dawna. Kilka tysięcy lat temu używano barwników pochodzenia naturalnego: zwierzęcych, roślinnych i mineralnych. Często wykorzystywano rośliny przyprawowe, które obok aromatu dostarczały duże ilości barwników, jak curry, szafran, papryka. Jakkolwiek barwienie żywności nie wydaje się niezbędne, to liczne badania podkreślają znaczenie barwy w odbiorze jakości produktu [3].

Barwniki naturalne, obecnie bardziej cenione od sztucznych ze uwagi na bezpieczeństwo zdrowotne, charakteryzują się szeregiem cech obniżających ich użyteczność przemysłową. Oprócz wyższej ceny, wykazują z reguły mniejszą zdolność barwienia, niższą odporność na działanie temperatury, światła, tlenu, metali, uboższą gamę barw, niejednorodny skład, i często posiadają też charakterystyczny smak i zapach. Np. koszenila, uznana za jeden z najlepszych barwników spożywczych, została obecnie wyparta przez znacznie tańsze barwniki syntetyczne. W naturze występuje jeszcze jednak wiele innych barwników, niegdyś stosowanych, jak purpurowa orceina, pomarańczowa alizaryna, ciemnobłękitny indygo; które obecnie, ze względu na udowodnioną szkodliwość, zostało zabronione do stosowania w żywności [3].

2.2. Barwniki syntetyczne

Z uwagi na szeroką gamę kolorystyczną barwienie żywności barwnikami sztucznymi jest bardzo powszechne. Organiczne barwniki syntetyczne w porównaniu z barwnikami naturalnymi czy identycznymi z naturalnymi są:

- znacznie wydajniejsze dzięki wysokiemu stężeniu substancji barwiącej;
- charakteryzują się wysoką czystością barwy, a stosowane w mieszankach stwarzają bogate zakresy kolorystyczne.

Przekonanie, że barwniki syntetyczne są stabilniejsze niż naturalne jest błędne. Utrwaliło się jako konsekwencja charakterystyk pierwotnych preparatów barwników naturalnych, których jakość i stabilność znacząco różniła się obecnie stosowanych. Liczne badania dowodzą, że na organiczne barwniki syntetyczne destrukcyjnie działa znacznie więcej czynników niż na obecnie używane barwniki naturalne [4].

Syntetyczne barwniki organiczne stosowane do barwienia żywności zalicza się do pięciu klas w zależności od budowy chemicznej (Tabela 2).

Barwa i stabilność barwników zależą od ich budowy chemicznej i grupy chromoforowej. Syntetyczne barwniki spożywcze to najczęściej kwaśne sole sodowe, z wyjąt-

kiem błękitu patentowego używanego w postaci soli wapniowej. Ich dobra rozpuszczalność w wodzie wynika z obecności w cząsteczce co najmniej jednego podstawnika o charakterze kwasowym (grupa sulfonowa – SO_3H , grupa karboksylowa – COOH). Rozpuszczają się one również w glikolu propylenowym, glicerynie i sorbitolu chociaż znacznie słabiej niż w wodzie, co jest wykorzystywane wówczas, gdy niepożądany jest dodatek wody do produktu [4, 5].

Do barwników azowych należy większość używanych syntetycznych barwników spożywczych (tartrazyna, żółcień pomarańczowa, azorubina, amarant, czerwień koszenilowa, czerwień 2G, czerwień allura AC, czerń brylantowa BN, brąz HT). Są one podatne na utratę barwy i wytrącanie w obecności czynników redukujących, takich jak wielocukry, aldehydy, ketony czy kwas askorbinowy. Barwniki azowe ulegają redukcji do związków hydrazonowych, a nawet do amin aromatycznych – związków o udowodnionym działaniu rakotwórczym [6].

Tabela 2. Grupy syntetycznych barwników organicznych. Grupa chromoforowa – grupa atomów w cząsteczce związku organicznego absorbująca promieniowanie w zakresie światła widzialnego – powodująca zabarwienie związku – i nadfioletu

Barwniki azowe	
w zależności od ilości grup azowych ($-\text{N} = \text{N}-$) w cząsteczce, dzielą się na barwniki monoazowe (nr 11 000-19 000), bisazowe (nr 20 000-29 999), trisazowe (nr 30 000-30 999) i poliazowe (nr 31 000-30 999) (wg Colour Index (CI)); do barwienia żywności dopuszczonych jest 11 barwników należących do grupy monoazowych lub bisazowych; grupą chromoforową w tych barwnikach jest grupa azowa. W zależności od połączenia grupy azowej z grupami aromatycznymi w cząsteczce, związki te mają barwę żółtą, pomarańczową, czerwoną lub brązową	
<p style="text-align: center;">Barwniki triarylometanowe (CI nr 42 000-44 999) – do barwienia żywności stosowane są trzy barwniki trifenylometanowe; chromoforem w nich jest grupa chinoidowa lub iminochinoidowa; charakteryzują się błękitną/ zieloną barwą o szerokiej gamie odcieni</p>	<p style="text-align: center;">Barwniki chinolinowe (CI nr 47 000-47 999) – podobnie jak w dwóch poprzednich grupach, do barwienia żywności jest dopuszczony tylko jeden barwnik – żółcień chinolinowa o barwie zielonożółtej, podobnej do barwy azowego barwnika tartrazyny</p>
<p style="text-align: center;">Barwniki ksantenowe (CI nr 45 000-45 999) są to związki pochodne ksantenu; z tej grupy barwników jedynie erytrozyna (barwa wiśniowoczerwona) dopuszczona jest do barwienia żywności</p>	<p style="text-align: center;">Barwniki indygooidowe (CI nr 73 000-73 999) – do żywności dopuszczony jest tylko niebieski barwnik indygotyna, (pochodna disulfonowa indygo – barwnika naturalnego)</p>

Źródło: opracowanie własne na podstawie [4, 5]

Zjawisko to zachodzi również w efekcie aktywności drożdży piekarniczych i piwowarskich. Związki azowe mogą tworzyć w organizmie ludzkim połączenia z niektórymi składnikami krwi, głównie erytrocytami, powodując ich zniekształcenie, a w efekcie niedokrwistość [7]. Niektóre z nich, np. tartrazyna, są znanymi alergenami, które mogą być przyczyną nietolerancji pokarmowych i wywoływać stany uczuleniowe. Podobne właściwości wykazują także barwniki chinolinowe [8]. Barwniki triarylometanowe (zieleń S, błękit brylantowy FCF, błękit patentowy V) charakteryzują się czystą, brylantową barwą o kilku odcieniach, natomiast barwnik ksantenowy (erytrozyna) ma wiśniowoczerwone zabarwienie i jest mało odporny na działanie światła. Barwnik indygotydowy (indygotyna) to odpowiednik naturalnego barwnika indygo i charakteryzuje się bardzo słabą odpornością na blaknięcie pod wpływem światła. Barwnik chinolinowy (żółcień chinolinowa) jest żółtozielony oraz mało odporny na działanie czynników fizykochemicznych w porównaniu z jego żółtym odpowiednikiem z grupy azowej – tartrazyną [5].

Tabela 3. Parametry fizykochemiczne syntetycznych organicznych barwników spożywczych

Barwnik	Colour Index	λ_{\max} [nm]	Odporność na		ADI [mg/kg masy ciała]	Czystość
			światło	temp.		
Azorubina	14720	510	bardzo dobra	dobra	0-4	-
Żółcień pomarańczowa	15985	480	średnia	bardzo dobra	0-2,5	>85%
Czerwień Allura Ac	16035	505	dobra	dobra	0-7	-
Amarant	16185	522	dobra	dobra	0-0,5	>85%
Czerwień koszenilowa	16225	510	dobra	dobra	0-4	>82%
Czerwień 2 G	18050	495-520	dobra	dobra	0-0,1	-
Tatrazyna	19140	422	dobra	dobra	0-7,5	>85%
Brąz HT	20285	455	dobra	dobra	0-1,5	>68%
Czerń brylantowa PN	28440	575	bardzo dobra	średnio dobra	0-12,5	>82%
Błękit patentowy V	42051	620	dobra	dobra	-	>85%
Błękit brylantowy FCF	42090	630	dobra	dobra	0-12,5	>85%
Zieleń S	44090	640	mała	dobra	-	>82%
Erytrozyna	45430	525	mała	dobra	0-0,1	>87%
Żółcień chinolinowa	47005	415	dobra	dobra	0-0,5	>70%
Indygotyna	73015	610	b. mała	-	0-1,5	>68%

Źródło: opracowanie własne na podstawie [4, 5]

Organiczne barwniki syntetyczne, dopuszczone do barwienia wyrobów przemysłu spożywczego to azorubina, błękit patentowy V, błękit brylantowy PCF, brąz HT, czerwień allura AC, czerwień koszenilowa, czerń brylantowa PN, indygotyna, tartrazyna, zieleń S, żółcień pomarańczowa, żółcień chinolinowa, erytrozyna, amarant, czerwień 2G, brąz FK, czerwień litolowa BK, fiolet metylowy (ten ostatni do znakowania tusz zwierząt po uboju, bekonu i powłok serów twardych dojrzewających). Syntetyczne barwniki nieorganiczne to ditlenek tytanu, węglan wapnia, tlenki i wodorotlenki żelaza, aluminium, srebro (listki) oraz złoto (listki) [1].

Parametrem charakteryzującym barwniki oraz inne dodatki po względem ich toksyczności, który spowodował m.in. odwrót od ich bezkrytycznego stosowania jest dopuszczalne dzienne pobranie (tzw. wartość ADI – Acceptably Daily Intake). ADI jest ustalane na podstawie badań toksykologicznych prowadzonych przez Komitet Ekspertów FAO/WHO ds. dodatków do żywności. Tabela 3 przedstawia najważniejsze właściwości fizykochemiczne syntetycznych organicznych barwników spożywczych wraz z wartościami ADI [9].

2.2.1. Barwniki syntetyczne – identyczne z naturalnymi

Kolejnym etapem rozwoju zastosowania barwników w żywności było pojawienie się tzw. barwników identycznych z naturalnymi. Zakładano, że substancje o takim samym składzie chemicznym otrzymane syntetycznie, są tożsame z tymi, które występujące w naturze. Wydawać by się także mogło się, że powszechna opinia o tzw. chemizacji żywności powoduje nie zawsze uzasadnione uprzedzenia konsumentów do takich dodatków w żywności. W końcu synteza chemiczna jest stosunkowo prosta i tania, a otrzymane w ten sposób substancje są efektywne w działaniu. Właściwe dawkowanie czystych substancji chemicznych jest łatwiejsze niż naturalnych ekstraktów, w których oprócz podstawowej substancji znajdują się inne związki czy czasem powstające w procesie ekstrakcji produkty uboczne [10].

Ustawodawstwo żywnościowe w różnych krajach odmiennie traktuje substancje dodatkowe identyczne z naturalnymi. Co do zasady regulacje prawne we wszystkich krajach głównie różnicują między naturalnymi a syntetycznymi. Jednakże substancje identyczne z naturalnymi są traktowane jako naturalne w Niemczech, podczas gdy FDA w USA jako naturalne klasyfikuje się wyłącznie substancje pochodzące z naturalnych źródeł. Ze względu na to, że zbyt mało precyzyjny jest podział na substancje naturalne, identyczne z naturalnymi i sztuczne, powoduje on szereg wątpliwości jaka właściwie jest substancja identyczna z naturalną – naturalna czy sztuczna? Już samo sformułowanie – identyczny z naturalnym, pomimo, że odpowiadające w pełni charakterowi tych substancji, nasuwa przypuszczenie, że jedynie do celów marketingowych syntetyczne składniki nazywa się naturalnymi. Toksyczność substancji związana jest przede wszystkim z użytą dawką, a toksyczne mogą być zarówno syntetyczne, jak i naturalne substancje [10].

Do barwników syntetycznych identycznych z naturalnymi należy ryboflawina, beta-karoten, ester etylowy kwasu beta-apo-8'-karotenowego i kantaksantyna.

Jednakże należy wskazać, że ze względu na budowę chemiczną substancje syntetyczne zaliczane do grupy identycznych z naturalnymi nie zawsze są identyczne z naturalnymi. I z tego powodu ich aktywność biologiczna również może być odmienna. Najczęściej różnica spowodowana jest chiralnością związku naturalnego. Związki chiralne nazywane izomerami optycznymi czy konfiguracyjnymi lub enancjomerami, to substancje o identycznej strukturze chemicznej, ale wykazujące odmienną organizację przestrzenną, jak ręka prawa i lewa. Źródłem substancji optycznie czynnych są wyłącznie organizmy żywe, które najczęściej preferują wytwarzanie jednego z izomerów w większej ilości. Związki naturalne najczęściej są homochiralne, czyli charakteryzują się takimi samymi konfiguracjami. Białka są zbudowane z L-aminokwasów, a węglowodany z D-sacharydów. Obecność w naturze innych enancjomerów (D-aminokwasów lub L-sacharydów) jest niezwykle rzadka lub jest rezultatem nietypowej albo sztucznej transformacji. W wyniku procesów biologicznych powstają homogenne optycznie związki, podczas gdy w wyniku procesów chemicznych syntezy – mieszaniny enancjomerów zwane racematami [10].

Taka izomeria optyczna dotyczy także niektórych barwników. Naturalnie występująca astaksantyna spotykana jest w formie izomerów, z których najbardziej popularny to 3S, 3'S-astaksantyna. Pomimo, że wiele karotenoidów można syntetyzować chemicznie, w tym przypadku nie można uzyskać identycznego odpowiednika. Z tego powodu próbuje się uzyskać ją na drodze biosyntezy, która jest jedyną możliwą metodą produkcji związków chiralnych w ich naturalnej konfiguracji, gdyż reakcje pod wpływem enzymów wytwarzanych przez mikroorganizmy są stereospecyficzne, tak jak w organizmach roślinnych [10].

Przy wykorzystaniu takiej metody nie powstają wątpliwości, co do identyczności tak wytworzonego barwnika z naturalnym, natomiast możliwe jest pojawienie się nowego problemu – czy naturalny, to także znaczy otrzymany na drodze biosyntezy? Bardzo trudne jest jednoznaczne określenie identyczności każdej substancji syntetycznej z naturalnym odpowiednikiem, gdyż trudno o sztywne wyznaczenie granicy naturalności. To co najistotniejsze, to bezpieczeństwo stosowania, a granice tego bezpieczeństwa powinny być wyznaczone dla wszystkich substancji, niezależnie od klasyfikacji [10].

Na rynku występują zarówno barwniki syntetyczne, jak i pochodzenia naturalnego, jednakże odczuwalna jest presja do stosowania tych ostatnich. Interesująca z perspektywy postronnego obserwatora jest zmiana pojęcia naturalności. Już zwykła zgodność budowy chemicznej może być niewystarczająca do uznania substancji za „identyczną z naturalną” [3].

2.3. Barwniki naturalne

Barwniki naturalne uzyskuje się z materiału biologicznego pochodzenia roślinnego, zwierzęcego i mikrobiologicznego oraz z minerałów. W przemyśle spożywczym barwniki naturalne stosowane są w postaci ekstraktów i koncentratów z surowców naturalnych pochodzenia roślinnego (Tabela 4).

Tabela 4. Barwniki naturalne

Izoprenooidowe – karotenoidy
barwniki w owocach, warzywach i innych roślinach o barwie czerwonej, pomarańczowej, żółtej, zidentyfikowano ponad 600 różnych karotenoidów; w naturalnym środowisku powstaje rocznie na drodze biosyntezy 1000 milionów ton karotenoidów; większość jest rozpuszczalna w tłuszczu, odporna na ogrzewanie i niewrażliwa na zmiany pH; stosowane są do barwienia margaryny, produktów mleczarskich i napojów bezalkoholowych
Porfiryne – chlorofile
chlorofil obecny we wszystkich zielonych roślinach liściastych, należy do najbardziej rozpowszechnionych naturalnych barwników roślinnych; ma barwę zieloną i jest rozpuszczalny w tłuszczu; pochodne chlorofilu – chlorofiliny, są rozpuszczalne w wodzie i dość odporne na ogrzewanie i działanie światła; stosowane do wyrobów cukierniczych i produktów mleczarskich
Flawonoidowe
antocyjany są rozpuszczalnymi w wodzie barwnikami, nadającymi atrakcyjną barwę czerwoną, fioletową i niebieską wielu kwiatom, owocom i warzywom; barwa ich zależy od pH i w środowisku silnie kwaśnym są najbardziej czerwone, a gdy pH wzrasta stają się niebieskie; stosowane są do barwienia napojów, dżemów i wyrobów cukierniczych
Chinoidowe – koszenila
głównym składnikiem jest kwas karminowy (karmin); rozpuszczalny w wodzie barwnik otrzymywany z żeńskich form koszenili – owadów z rodziny pluskwiaków; jest odporny na ogrzewanie, działanie światła i tlen; stosowany do barwienia napojów alkoholowych i przetworzonych produktów mięsnych
Betalainowe
betaina i betaksantina, czerwień buraczana jest rozpuszczalna w wodzie i wrażliwa na światło, ogrzewanie i tlen; barwnik ten jest szczególnie przydatny do barwienia produktów zamrażanych, suszonych i o krótkim terminie przydatności do spożycia, np. lodów i jogurtu
Inne – ryboflawina, kurkumina, węgiel
<ul style="list-style-type: none"> • ryboflawina, inaczej witamina B2, jest stosowana do wzbogacania żywności oraz jako barwnik; jest rozpuszczalna w wodzie, odporna na ogrzewanie i stosowana w produktach mleczarskich, zbożowych i w deserach <ul style="list-style-type: none"> • kurkumina to substancja barwna kurkumy – znanej i szeroko stosowanej przyprawy; jest rozpuszczalna w tłuszczu, blednie pod wpływem światła i jest odporna na ogrzewanie; produktem żywnościowym nadaje barwę cytrynowo-żółtą; stosowana jako składnik przyprawy curry oraz do barwienia zup i wyrobów cukierniczych • węgiel to czarny barwnik w postaci węgla drzewnego jest odporny na działanie światła i ogrzewanie; stosowany przede wszystkim w wyrobach cukierniczych; sproszkowane metale, jak złoto, srebro i glin są stosowane do barwienia powierzchni, głównie wyrobów cukierniczych

Źródło: opracowanie własne na podstawie [11]

Ekstrakcja barwników, polega na izolacji ich z komórek, tkanek bądź organów roślinnych (korzenie, rozłogi, kwiaty, owoce) oraz przeprowadzeniu do roztworu [11]. Wydajność ekstrakcji zazwyczaj oscyluje na poziomie 20%. W przypadku barwników związanych z procesem fotosyntezy zlokalizowanych w chloroplastach (chlorofil) konieczne jest zniszczenie struktur komórkowych przed rozpoczęciem procesu ekstrakcji. Dezintegrację ściany komórkowej przeprowadza się z wykorzystaniem metod fizycznych (homogenizacja, zmiany temperatury, sonifikacja) i/lub chemicznych (działanie rozpuszczalnikami lub enzymami). Otrzymane ekstrakty są zagęszczane i oczyszczane odpowiednimi metodami [11].

3. Bioaktywność barwników stosowanych w żywności

Od kilku lat narasta tendencja ograniczania zakresu stosowania barwników syntetycznych, z uwagi na doniesienia o szkodliwości niektórych z nich, jak również fakt, że w większości przypadków są one technologicznie niezbędne [12, 13].

Słuszność stosowania organicznych barwników syntetycznych do barwienia żywności wciąż dzieli opinię publiczną i naukową, pomimo że zostały one przebadane znacznie gruntowniej niż barwniki naturalne. Pojawiają się głosy, że szkodliwe działanie na organizm bardziej zależy od metabolitów czy zanieczyszczeń niż od samego barwnika. Niektórym z barwników przypisuje się mocne działanie alergiczne (np. tartrazynie) i uznaje za przyczynę występowania alergii w postaci egzemy lub astmy u ok. 0,01-0,1% populacji. Stwierdzono także, że kompleksy barwników z białkami stanowią ważny element kancerogenezy, gdyż mogą dość łatwo być przyłączane do reszt białkowych zawierających tyrozynę, metioninę, cystynę czy tryptofan. W procesie syntezy barwników stosowane są sole i tlenki metali (miedź, ołów, selen i inne), które pełnią katalizatorów i nie zawsze zostają całkowicie usunięte. Również nie można całkowicie usunąć zanieczyszczeń organicznych z nieprzereagowanych do końca substratów. Z uwagi na zmieniające się warunki stosowania i sposoby wykorzystywania syntetycznych barwników organicznych oraz rozwój nowych technik badawczych, związki te są ciągle poddawane badaniom toksykologicznym w celu dostarczenia wystarczających dowodów na brak szkodliwości [4].

Z uwagi na obawy dotyczące szkodliwego oddziaływania syntetycznych dodatków do żywności na zdrowie, istnieje wzrostowy trend do zastępowania ich naturalnymi barwnikami. Jednak barwniki syntetyczne w porównaniu z naturalnymi mają wiele zalet: lepiej się rozpuszczają, są odporniejsze na działanie czynników fizykochemicznych, charakteryzują się wysoką koncentracją barwnika oraz dużym zróżnicowaniem kolorów [5].

Na podstawie wyników badań toksykologicznych bezpieczna wysokość dopuszczalnego dodatku do żywności syntetycznych barwników jest określana przez WHO i FAO. Dopuszczalne ilości barwników w żywności są regulowane prawnie we wszystkich krajach ich stosowania [1].

Bez wątpienia zatem można stwierdzić, że niezależnie od poszukiwań efektywnych źródeł naturalnych dodatków, zalecanym postępowaniem jest opracowanie właściwej

wysokości dawki oraz skutecznej kontroli ich przestrzegania. Innym aspektem jest optymalizacja dawek w efekcie tworzenia właściwych kompozycji substancji dodatkowych, naturalnych z syntetycznymi lub pełnego wykorzystania wszystkich funkcji technologicznych dodatku [3].

Teofrastus Bombastus Paracelsus filozof i lekarz już w 1525 r. sformułował twierdzenie, że:

„Wszystko jest trucizną i nic nie jest trucizną, tylko dawka decyduje, że jakaś substancja jest trucizną”. Co do zasady, substancje dodawane do żywności powinny być stosowane tylko w zakresie dozwolonych dawek, tylko w ilościach niezbędnych i tylko tam, gdzie jest to rzeczywiście uzasadnione [3].

W myśl powyższego, jeśli jedyną funkcją barwnika miałyby być działania hedoniczne, umożliwiające marketing, to patrząc perspektywicznie taki dodatek nie miałby swojego racjonalnego (czyli w przypadku żywności – odżywczego) uzasadnienia.

4. Metody pozyskiwania barwników naturalnych

Drobnoustroje wytwarzają różnorodne związki o właściwościach barwiących, jednakże z powodu trudności z wprowadzeniem takich substancji na rynek (związanym m.in. z możliwością skażenia mikotoksynami) tylko niewielka liczba pigmentów pochodzenia mikrobiologicznego produkowana jest przemysłowo. Pierwszym europejskim sukcesem w dziedzinie biosyntezy pigmentów było wykorzystanie pleśni z rodzaju *Blakeslea* w produkcji β -karotenu, a obecnie gatunek *Blakeslea trispora* jest wykorzystywany również do produkcji likopenu [14].

Przemysłowa produkcja likopenu (pomarańczowo-czerwonego barwnika), opiera się na syntezie chemicznej lub ekstrakcji z naturalnych źródeł np. pomidorów (*Lycopersicon esculentum*). Wzrastające w efekcie nowych badań medycznych znaczenie tego barwnika oraz fakt, że rośliny i algi produkują jedynie mieszanki karotenoidów a nie pojedynczy barwnik, spowodowały, że podjęto próby znalezienia alternatywnych dróg biosyntezy gwarantujących otrzymywanie z dużą wydajnością tylko czystego likopenu. Szlak biosyntezy β -karotenu, w którym produktem przejściowym jest likopen, został przebadany w komórkach *Phaffia balesleanus*, *Mucor circinelloides* i *Blakeslea trispora*. U *B. trispora* wydajność syntezy likopenu sięga ok. 5% suchej masy [15].

Kolejnym przykładem syntezy mikrobiologicznej jest produkcja żółtego barwnika – ryboflawiny (witaminy) przez drożdże *Eremothecium ashbyii*, *Ashbya gossypii*, *Candida guilliermudii* lub *Debaryomyces subglobosus* [14].

Z produkcją mikrobiologiczną w hodowli takich mikroorganizmów jak bakterie, grzyby czy też algi, wiąże się nadzieje na otrzymywanie barwników do żywności konkurencyjnych w stosunku do barwników sztucznych pod względem właściwości i ceny [2].

Grzyby efektywnie wytwarzają biomasę, w której znajdujące się metabolity wtórne charakteryzuje mała wrażliwość na ciepło i zmienne pH i z tego powodu wydają się być warte dalszych badań jako alternatywne źródła naturalnych barwników [16].

Pigmenty pozyskiwane z grzybów strzępkowych były znane od dawna i służyły jako substancje identyfikujące w badaniach taksonomicznych, jednakże nie rozważano ich wykorzystania w technologii żywności [17].

Metabolity grzybów w zależności od typu pełnią różne funkcje w komórce chroniąc przed fotoutlenianiem (karotenoidy) i stresem środowiskowym (melaniny), uczestnicząc jako kofaktory w katalizie enzymatycznej (flawiny) [16].

W komórkach drobnoustrojów wytwarzane są chinony takie jak antrachinony [18] i naftochinony [19-21], kompleksy dihydroksy-naftalenu i melaniny [22] oraz pochodne flawiny takie jak np. ryboflawina [19]. *Monascus spp* jest najlepiej poznanym grzybem wytwarzającym pigmenty takie jak monaskorubryna i rubropunktatyna. W obecności różnych aminokwasów w podłożu pleśń z rodzaju *Monascus* wytwarza pigmenty o barwach od pomarańczowo-żółtej do fioletowo-czerwonej. Oprócz monaskorubryny i rubropunktatyny wyizolowano i opisano trzeci z czerwonych barwników *Monascus spp.* różniący się od pozostałych, który dodatkowo wykazuje właściwości antybakteryjne wobec bakterii Gram-dodatnich [23].

Aprink Red™ (ASCOLOR BIOTEC, Czechy) to przykład barwnika produkowanego przez pleśnię i dopuszczonego do barwienia żywności. Ten czerwony barwnik jest produkowany przez *Penicillium oxalicum* var. *Armeniach* CCM 8242 jako pozakomórkowy metabolit z klasy antrachinonów. Aprink Red™ jest stabilny w pH wyższym od 3,5, a w pH neutralnym zachowuje kolor przez 30 minut gotowania [24]. Pleśnię *Penicillium aculeatum* i *P. pinophilum* wytwarzają poliketydowe barwniki azofilne tzw. „*Monascus – like pigments*”, które nie są toksyczne dla człowieka [24].

Naftochinony stanowią kolejną grupę pigmentów o dużym potencjale komercyjnym, gdyż wykazują szeroką paletę barw oraz są rozpuszczalne w wodzie. Struktura chemiczna zbliżona do struktury barwników roślinnych czy zwierzęcych powoduje, że naftochinony nie muszą być chemicznie modyfikowane, stabilizowane czy osadzone na nośniku. Chemiczna struktura naftochinonów produkowanych przez *C. unilateralis* jest podobna do komercyjnie dostępnych czerwonych barwników takich jak szikonina i alkanina (metabolity korzeni roślin *Alkanna tinctoria* i *Lithospermum erythrorhizon*). Szikonina ma silne działanie antybakteryjne i jest szeroko stosowana w przemyśle farmaceutycznym jako np. substancja antymalaryczna, ale także w przemyśle włókienniczym, kosmetycznym i spożywczym jako barwnik [25].

Inne drobnoustroje – algi należą do grupy organizmów autotroficznych produkujących różne związki jak węglowodany, białka, aminokwasy, witaminy oraz kwasy tłuszczowe [26]. Głównymi barwnikami alg są chlorofile a, b i c, β -karoten, fikocyjanina, ksantofile i fikoerytryna i wszystkie wykazują wysoki potencjał zastosowania w przemyśle spożywczym, farmaceutycznym i kosmetycznym. Trend zwrotny w kierunku barwników naturalnych stał się powodem szeroko zakrojonych badań nad tymi organizmami. *Spirulina* produkująca niebieską fikocyjaninę, *Dunaliella* syntetyzująca β -karoten oraz rodzaj *Haematococcus* wytwarzający czerwoną astaksantynę to kluczowe drobnoustroje skupiające na sobie największą uwagę [27, 28].

Barwniki karotenoidowe wytwarzane są w chloroplastach alg w postaci mieszaniny typowej dla każdej z ich klas. *Rhodophyta* (czerwona alga) wytwarza α i β -karoten oraz ich hydroksylowe pochodne, *Chloromonadophyta* wytwarza diadynoksantynę i heteroksantynę, natomiast w *Chlorophyta* występują acetylenowe pochodne karotenoidów nazywane alloksantyną, monadoksantyną i krokoksantyną. *Dunaliella salina* to niezwykle wydajny producent wytwarzający nawet 400 mg β – karotenu/m² pola uprawy, który dodatkowo może być bezpiecznie wykorzystywany w przemyśle spożywczym, ponieważ otrzymał status GRAS (ang. Generally Recognized As Safe) [27, 29]. *Porphyridium* (czerwona mikroalga) to producent związków o różnorodnej wartości odżywczej i terapeutycznej, w tym karotenoidów takich jak zeaksantyna oraz fluorescencyjne fikobiliproteiny. Czerwona fikobiliproteina – fikoerytryna oraz niebieska fikocyjanina rozpuszczają się w wodzie i wykazują potencjał naturalnych barwników w przemyśle spożywczym, kosmetycznym i farmaceutycznym [30]. Jeden z gatunków tej mikroalgi wytwarza fluorescencyjne różowe pigmenty z grupy fikobiliprotein – B-fikoerytrynę i b-fikoerytrynę, które ze względu na kolor mogą znaleźć zastosowanie do nadawania barwy wyrobom cukierniczym, żelatynowym deserom i produktom mlecznym. Dodatkowo czerwona fikoerytryna wykazuje żółtą fluorescencję, co można wykorzystać do barwienia specjalnych produktów żywnościowych jak przezroczyste lizaki, cukierki, napoje bezalkoholowe i alkoholowe.

Porphyridium aeruginum to mikroalga, która jest źródłem niebieskiego barwnika zwanego Marine blue. Ten gatunek mikroalg nie wytwarza czerwonej fikoerytryny i dlatego ekstrakt z komórek *P. aeruginum* jest niebieski [31].

Bakterie i drożdże cieszą się niestety mniejszym zainteresowaniem jako potencjalni producenci barwników w porównaniu z grzybami i algami. Nie oznacza to, że w tej grupie ich nie ma. Gatunkami zdolnymi do syntezy barwników w królestwie bakterii są np. *Chromobacterium violaceum*, wytwarzający wioletynę (o barwie purpurowo-fioletowej), *Flavobacterium sp.*, wytwarzający żółtą zeaksantynę [14] czy *Agrobacterium aurantiacum* wytwarzający różowoczerwoną astaksantynę [33, 34]. Fotosyntetyzujące bakterie *Bradyrhizobium sp.* [35] i halofilne *Halobacterium sp.* [36] wytwarzają ciemnoczerwoną kantaksantynę. Natomiast drożdże wytwarzają przede wszystkim astaksantynę i karotenoidy. *Phaffia rhodozyma* posiada największy potencjał jako producent astaksantyny, podczas gdy *Rhodotorula* jest najwydajniejszym producentem karotenoidów [37].

Modyfikacja genetyczna bakterii i drożdży, które pierwotnie nie wytwarzają substancji barwnych, może być kolejną metodą skutecznego pozyskiwania tych barwnych metabolitów. Ostatnio sklonowano bardzo dużą liczbę genów kodujących szlaki syntezy karotenoidów crt (dotychczas ponad 150 genów kodujących 24 enzymy). Heterologiczna ekspresja umożliwia zaprojektowanie ścieżek biosyntezy karotenoidów w komórkach drożdży i bakterii m.in. *E. coli*. Ekspresja określonych kombinacji genów i mieszanie ścieżek biosyntezy na poziomie komórkowym stworzyły możliwość pozyskania nowych, rzadkich i cennych karotenoidów o olbrzymiej różnorodności barw [38]. Geny kodujące wczesne enzymy szlaku biosyntezy karotenoidów, takie jak:

synteza GGDP, syntaza fitoenu i desaturaza fitoenu to ponad połowa wszystkich, klonowanych obecnie, genów crt. Sukcesy rekombinowania genów crt i tworzenia nowych ścieżek biosyntezy zdywersyfikowały możliwości produkcji strukturalnie odmiennych karotenoidów. Tak wykorzystywany potencjał inżynierii genetycznej umożliwił uzyskanie nowych karotenoidów, znajdujących zastosowanie w przemyśle spożywczym, farmaceutycznym i kosmetycznym oraz medycynie [2].

Jedną z alternatywnych dróg stworzonych w sytuacji gwałtownego odwrotu od barwników syntetycznych stanowi wykorzystanie metod biotechnologicznych. Różnorodność barwników jak karoteny, chlorofile i ksantofile, barwniki niebieskie i czerwone może być wytwarzana przez algi, a następnie izolowana. Lecz także technologią kultur tkankowych można z dużym sukcesem mnożyć komórki roślin o charakterystycznym zabarwieniu, dobierając odpowiednie warunki hodowli [3].

Biorąc pod uwagę wysokie ceny naturalnych substancji, trudności w ich pozyskaniu i wygodę stosowania, pod znakiem zapytania staje rynek tych naturalnych produktów barwiących. Otwiera to ogromne perspektywy dla zastosowania biotechnologii w produkcji dodatków. Modyfikacje genetyczne i stosowanie enzymów czy hodowli komórkowych stwarzają możliwości pozyskania specyficznych substancji. Z drugiej strony należy wskazać, że wyrafinowane metody biotechnologiczne stawiają pod znakiem zapytania „naturalność” otrzymanych substancji. Z drugiej jednak strony to właśnie metody biotechnologiczne umożliwiają syntezę stereoselektywną odpowiednich związków, prowadzącą do uzyskania struktury chemicznej o naturalnej konfiguracji [3].

Inną, równie ekologiczną, ścieżkę postępowania stanowi odzyskiwanie składników z odpadów. Odpady owocowe i warzywne są bardzo bogate w składniki chemiczne występujące w surowcu, a często zawierają ich więcej niż uzyskane z tych surowców produkty. Odpady są tanim i dostępnym surowcem do ich produkcji, gdyż np. w trakcie tłoczenia soku barwniki zawarte w skórce w znacznie mniejszym stopniu przechodzą do niego niż te pochodzące z miąższu i większość barwników pozostaje w wytlókach. Wymiar ekonomiczny pozyskiwania naturalnych barwników zależy od ich stężenia w surowcu, zatem do produkcji wykorzystuje się głównie wytloki z czarnego bzu, wiśni, czarnych jagód, aronii i czarnej porzeczki. Barwniki najczęściej pozyskiwane tą metodą to: antocyjany, karotenoidy i chlorofile. Wytloki z aronii służą do pozyskiwania barwników antocyjanowych, świeże owoce aronii zawierają 0,3-0,65% antocyjanów. Sok z aronii zawiera zaledwie 34-40% całkowitej ilości antocyjanów zawartych w tych owocach, zatem większość z nich pozostaje w wytlókach. Z kolei wytloki różane są surowcem do produkcji oligomerów procyjanidyn i barwnika karotenoidowego, jednak jak do tej pory – rzadko wykorzystywanego [39].

Koncept tzw. czystej etykiety będzie coraz częściej widoczny w dyskusji o składnikach produktów żywnościowych. Konsumenty coraz częściej sięgają i będą nadal poszukiwać artykułów pozbawionych dodatków do żywności. Ponieważ informacja o składzie produktu umieszczona jest na opakowaniu coraz większego znaczenia

nabierają hasła, jak: *bez sztucznych dodatków, nie zawiera barwników lub zawiera tylko naturalne składniki*.

Alternatywą dla wielu barwników jest żywność barwiąca. Koncentraty barwiące wytwarza się z owoców, warzyw i roślin jadalnych, gdyż są one naturalnym źródłem barwy i pozwalają uzyskać pożądany kolor produktu.

Jednakże takie rozwiązanie nie jest niczym nowym, gdyż stanowi powrót do pierwotnej metody barwienia przy pomocy np. bardzo kolorowych przypraw. Różnica polega jedynie na tym, że współczesne metody ekstrakcji pozwalają otrzymać żywność barwiącą o wysokim standardzie wymaganym przez producentów branży spożywczej.

5. Rynek barwników naturalnych stosowanych w żywności

Przewidywana wielkość rynku naturalnych barwników ma osiągnąć 1.7 mld dolarów amerykańskich w 2020, natomiast wskaźnik CAGR (compound annual growth rate) aż 7,0%. Należy wskazać, że 20% wykorzystania zapewnią będzie przemysł napojów [41].

Głównymi czynnikami wzrostu rynku naturalnych barwników są: zwiększenie świadomości w odniesieniu do skutków ujemnych stosowania sztucznych aromatów spożywczych i barwników w produktach spożywczych; surowe przepisy dotyczące włączenia syntetycznych substancji do stosowania w żywności. Do podstawowych czynników ograniczających należy mniejsza stabilność barwników naturalnych oraz wyższe koszty produkcji w porównaniu do sztucznych barwników i aromatów. Utrzymujące się obawy zdrowotne konsumentów dotyczące stosowania sztucznych barwników w żywności w połączeniu z bardziej ogólnym zapotrzebowaniem na "czyste etykiety" przyczyniają się do silnego wzrostu rynku naturalnych barwników [41].

Firmy przeprowadzające wywiady gospodarcze na rynku przewidują, że globalny rynek naturalnych barwników wykona spory skok w sprzedaży w 2016 roku w porównaniu do poprzedniego roku, a następnie będzie widoczny nieco niższy, ale trwały wzrost w ciągu następnej dekady. W szczególności przewiduje się wzrost na poziomie 6,8% CAGR, do osiągnięcia 1,3 miliarda dolarów amerykańskich w 2016 roku, zanim spowolni lekko do rocznej stopy wzrostu składnika na poziomie 5,4% do roku 2026, co przyniesie w tej kategorii przychód w wysokości 2,2 miliarda dolarów amerykańskich [41, 42].

Największe zyski na fali oczekiwania rynku na naturalne barwniki przyniesie sprzedaż ekstraktu ze spiruliny, dla którego przewidywana jest roczna stopa wzrostu dla substancji wynosząca 11%. Ta mikroalga jest źródłem wielu barwników zielonych i niebieskich, których barwa jest jedną z najtrudniejszych do naturalnego odtworzenia w żywności [42].

6. Podsumowanie

Historię wykorzystania barwników w żywności można skonkludować następująco – im większa wiedza w zakresie oddziaływania tych substancji na zdrowie, tym wyraźniejsza tendencja do powrotu do tzw. naturalnych substancji. Ponieważ jednak

wielkość rynku wymusza podejście ekonomiczne, zatem koniecznością staje się opracowanie wydajnych metod pozyskiwania barwników naturalnych. To z kolei stanowi prostą drogę do stworzenia niezwykle wyrafinowanych biotechnologii wykorzystujących inżynierię genetyczną, które ponownie postawią pod znakiem zapytania tzw. naturalność wytworzonego produktu. Ten trend będzie rozwijał się aż do pojawienia się kolejnych doniesień naukowych wskazujących na być może niekorzystne skutki tak „przenaturalizowanych” metod otrzymywania barwników, co spowoduje ponowne zwrócenie się w kierunku przeciwnym.

Trudno jednoznacznie nazwać to zjawisko zamkniętym kręgiem, gdyż ontologicznie prezentuje on bardziej formę rozwijającej się spirali, która w swojej cykliczności odzwierciedla postęp cywilizacyjny człowieka.

Literatura

1. Baranowska I., *Spożywcze organiczne barwniki syntetyczne. Charakterystyka, metody analityczne*, Przemysł Chemiczny, 84/6/2005
2. Stolarzewicz I., Kapturuwska A., Białecka-Florjanczyk E., *Mikrobiologiczne źródła barwników w technologii żywności*, Post. Mikrobiol., 2012, 51, 3, str. 167-176
3. Zawirska-Wojtasik R., *Aromaty, barwniki, konserwanty – perspektywy stosowania*, Przemysł Spożywczy, 4/2005, str. 2-10
4. Gasik A., Mitek M., *Syntetyczne barwniki organiczne w technologii żywności*, Przemysł Spożywczy, 8/2007, str. 48-53
5. Janiak., J., *Syntetyczne organiczne barwniki spożywcze jako dodatki do żywności*, 5/2006, str. 22-24
6. Nikonorow M., Urbanek-Karłowska B., 1987. *Toksykologia żywności*. PZWL. Warszawa
7. Gertig H., 1996. *Żywność a zdrowie*. PZWL, Warszawa
8. Robinson G., 1988. *Tartrazine – the story so far*, Food Chem. Toxicol., 1, 739-744
9. Rutkowski A., Gwiazda S., Dąbrowski K., *Kompendium dodatków do żywności*, Hortimex, 2003, Konin
10. Zawirska-Wojtasik, R., *Identyfikacja z naturalnymi czy nieidentyczne?*, Przemysł Spożywczy 5/2006 str 19-21
11. Hendry G. A. F., Houghton J. D., *Natural food colorants*, Blackie Academic & Professional, II ed., 1996, s. 135-139, 146-154
12. Praca zbiorowa, *Chemia żywności* (red. Z.E. Sikorski), WNT, Warszawa, 2002
13. Gawęcki J., Hryniewiecki L., *Żywnienie człowieka. Podstawy nauki o żywieniu*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa, 2003
14. Dufossé L., *Microbial Production of Food Grade Pigments*, Food Technol. Biotechnol. 44 (3), 313-321 (2006)
15. López-Nieto M. J., Costa J., Peiro E., Méndez E., Rodríguez-Sáiz M., de la Fuente J. L., Cabri W., Barredo J.,L., *Biotechnological lycopene production by mated fermentation of Blakeslea trispora*, Appl. Microbiol. Biotech. 66, 153-159 (2004)
16. Mapari S., Nielsen K., Larsen T., Frisvad J., Meyer A., Qrane U., *Exploring fungal biodiversity for the production of watersoluble pigments as potential natural food colorants*, Curr. Opin. Biotech. 16, 231-238 (2005)
17. Pitt J. I., *Ye Genus Penicillium and its Teleomorphic States, Eupenicillium and Talaromyces*, Academic Press, London, UK, 1979

18. Duran N., Tixeira M. F. S., de Conti R., Esposito E., *Ecological – friendly pigments from fungi*, Crit. Rev. Food Sci. Nutrition, 42, 53-66 (2002)
19. Baker R. A., Tatum J. H., *Novel anthraquinones from stationary cultures of Fusarium oxysporum*, J. Ferment Bioeng. 85, 359-361 (1998)
20. Firm R. D., Jones C. G., *Natural products – a simple model to explain chemical diversity*, Nat. Prod. Rep. 20, 382-391 (2003)
21. Langfelder K., Streibel M., Jahn B., Haase G., Brakhage A., *Biosynthesis of fungal melanins and their importance for human pathogenic fungi*, Fungal Genet. Biol. 38, 143-158 (2003)
22. Butler M. J., Day A. W., *Fungal melanins: a review*, Can. J. Microbiol. 44, 1115-1136 (1998)
23. Mukherjee G., Singh S. K., *Purification and characterization of a new red pigment from Monascus purpureus in submerged fermentation*, Process Biochem., 46, 188-192 (2011)
24. www.Patentstorm.us/patents/6340586
25. Mapari S. A. S., Qrane U., Meyer A. S., *Fungal polyketide azaphilone pigments as future natural food colorants?*, Trends Biotech. 28, 300-307 (2010)
26. Unagul P., Wongsap P., Kittakoo P., Intamas S., Srikitikulchai P., Tanticharoen M., *Production of red pigments by the insect pathogenic fungus Cordyceps unilateralis BCC 1869*, Soc. Ind. Microbiol. 32, 135-140 (2005)
27. Perez-Garcia O., Escalante F. M. A., de-Bashan L. E., Bashan Y., *Heterotrophic cultures of microalgae: Metabolism and potential products*, Water Res. 45, 11-36 (2011)
28. Dufosse L., Galaup P., Yaron A., Arad M., Blanc P., Kotamballi N., Murthy C., Ravishankar G. A., *Microorganisms and microalgae as sources of pigments for food use: a scientific oddity or an industrial reality?*, Trends Food Sci. Technol. 16, 389-406 (2005)
29. Raja R., Hemaiswarya S., Rengasamy R., *Exploitation of Dunaliella for V-karoten production*, Appl. Microbiol. Biotechnol. 74, 517-523 (2007)
30. Zhi-Wei Y., Jian-Guo J., Guang-Hong W. L., *Biosynthesis and regulation of carotenoids in Dunaliella: Progresses and prospects*, Biotech. Adv. 26, 352-360 (2008)
31. Cohen Z., *Products from microalgae. Handbook for Microalgal Mass Cultur*, In: Richmond, A.(Ed.), CRC Press, Boca Raton, FL., USA, 1986, s. 421-454
32. Glazer A. N., *Phycobiliproteins. Chemicals from microalgae*, Taylor and Francis, New York, 1999, s. 261-280
33. Dufossé L., *Microbial Production of Food Grade Pigments*, Food Technol. Biotechnol. 44 (3), 313-321 (2006)
34. Yokoyama A., Adachi K., Shizuri Y., *New carotenoid glucosides, astaxanthin glucoside and adonixanthin-producing glucoside, isolated from the astaxanthin – producing marine bacterium Agrobacterium aurantiacum*, J. Nat. Prod. 58, 1929-1933 (1995)
35. Yokoyama A., Miki W., *Composition and presumed biosynthetic pathway of carotenoids in the astaxanthin – producing bacterium Agrobacterium aurantiacum*, FEMS Microbiol. Lett.128, 136-144 (1995)
36. Lorquin J., Molouba F., Dreyfus B. L., *Identification of the carotenoid pigment canthaxanthin from photosynthetic Bradyrhizobium strains*, Appl. Environ. Microbiol. 63, 1151-1154 (1997)
37. Asker D., Ohta Y., *Production of canthaxanthin by extremely halophilic bacteria*, J. Biosci. Bioeng. 88, 617-621 (1999)
38. Simova E. D., Frengova G. I., Beshkova D. M., *Synthesis of carotenoids by Rhodotorula rubra GED8 co-cultured with yogurt starter cultures in whey ultrafiltrates*, J. Ind. Microbiol. Biotechnol. 31, 115-121 (2004)

39. Sandmann G., *Genetic manipulation of carotenoid biosynthesis: strategies, problems and achievements*, Trends Plant Sci. 6, 14-17 (2001)
40. Nawirska A., *Zagospodarowanie odpadów z przemysłu owocowo-warzywnego*, Przemysł Fermentacyjny i Owocowo-Warzywny _ 10/2007 str. 44-46
41. The World Coloring Market Report, UBIC Consulting, 2015
42. Crawford E., *Natural colors will see upsurge in sales and market share in 2016*, Future Marketing Insights predicts, 2016, www.foodnavigator-usa.com/Manufacturers/natural-colors-will-see-upsurge-in-sales-and-marker-share-in-2016

Barwniki w żywności – historia wykorzystania, obecne źródła i perspektywy

Postęp cywilizacyjny to zjawisko wieloaspektowe, gdyż wszędzie, gdzie człowiek realizuje swoją potrzebę przemiany rzeczywistości następują zmiany. Jednak nie wszystkie zmiany można określić jako postęp, kiedy mamy do czynienia ze zmianą na gorsze lub cofnięciem mówi się zazwyczaj o regresie cywilizacyjnym. Jednakże nie we wszystkich aspektach rozwoju cywilizacyjnego cofnięcia się należy postrzegać jako regres. Specyficznym przypadkiem ilustrującym taką sytuację jest historia wykorzystania barwników w żywności. Niniejsza praca przedstawia ewolucję wykorzystania barwników w produkcji w żywności, rozwój wiedzy na temat substancji barwiących i ich wpływu na żywność oraz zdrowie spożywającego ją człowieka, jak również zmiany w sposobie stosowania barwników.

Scharakteryzowano także rodzaje barwników, metody ich pozyskiwania oraz ewolucję tych metod od wykorzystywania barwników naturalnych, przez stosowanie metody syntezy organicznej, aż do powrotu do stosowania barwników naturalnych pozyskiwanych metodami biotechnologicznymi lub w efekcie mądrego zagospodarowania niewykorzystanych resztek żywności. Pozornie zamknięty krąg, jaki wydaje się tworzyć wykorzystanie barwników w żywności zdaje się być zaprzeczeniem postępu cywilizacyjnego. Tymczasem, jeśli przyjrzeć się niezaprzeczalnemu postępowi cywilizacyjnemu człowieka w zakresie wiedzy na temat wpływu żywności na zdrowie, okazuje się, że wiedza ta także zatoczyła krąg, zwracając go do żywności jak najmniej przetworzonej, lub przetworzonej tak, aby dostarczała skutecznie zbilansowaną dawkę energii i substancji o działaniu prozdrowotnym. W relacji do powyższego można stwierdzić, że historia stosowania barwników reprezentuje postęp cywilizacyjny człowieka.

Słowa kluczowe: barwniki, żywność, zdrowie, ewolucja, postęp

The colours in food – use history, current sources and perspectives

The progress of civilization is a multi-faceted phenomenon, because everywhere where man realizes his need for transformation of reality changes occur. However, not all changes can be described as progress and when a change is for the worse or withdrawal it is usually called regress of civilization. However, not in all aspects of the civilization development the recession should be considered as a regression. A specific case illustrating this situation is the history of the use of colours in food. This paper presents the evolution of the use of colours in food production, the development of knowledge about the colouring substances and their impact on food and human health as well as changes in the use of colours. They types of food colorants are characterized, methods of obtaining them and the evolution of these methods for use of natural colours, by using methods of organic synthesis, to return to the use of natural colorants derived from biotechnology or as a result of wise food waste management. Looking like closed circle the use of colours in food seems to be a denial of the progress of civilization. Meanwhile, looking at the undeniable progress of human knowledge regarding the impact of food on health, it turns out that this knowledge also come full circle, returning consumption to the food as little processed or processed to deliver effectively balanced dose of energy and substances of pro-health action. In relation to the above, the history of the use of food colorants represents the progress of human civilization.

Keywords: dyes, food, health, evolution, progress

Postęp cywilizacyjny w produkcji żywności – od żywności tradycyjnej do żywności funkcjonalnej

1. Wstęp

Postęp postrzegany jako zmiana, widoczny jest w każdym aspekcie życia człowieka, a nie istnieje przecież nic bardziej związanego z życiem człowieka niż żywność. W zmieniającym się świecie pojęcie żywności również ulega licznym zmianom. Nie tak dawno, pokarm w zachodniej cywilizacji traktowany był jedynie jako czynnik niezbędny do utrzymania życia, zaspokojenia głodu czy zapewnienia rozwoju organizmu. Jednakże wraz z postępem cywilizacyjnym, rozszerzeniem wiedzy, rewolucją przemysłową oraz pojawieniem się nowych technik przetwórstwa czy konserwacji, także rola żywności w społeczeństwach zachodnich nabrała zupełnie nowego znaczenia.

Świadomość tej roli, pogłębiała się w trakcie rozwoju biologicznego, cywilizacyjnego i kulturowego człowieka. Ze względu na to, że powszechność dostępu do informacji jest znacznikiem dopiero obecnych czasów, owa świadomość rozwijała się osobno w każdej z cywilizacji tworzonych przez człowieka. ponieważ jednak powszechność dostępu do informacji jest znacznikiem dopiero obecnych czasów, owa świadomość rozwijała się osobno w każdej z cywilizacji tworzonych przez człowieka.

To odseparowanie doprowadziło także do tego, że obecnie cywilizacja zachodnia „odkrywa” wiedzę o oddziaływaniu żywności na nowo, pomimo olbrzymiego dorobku Wschodu, Afryki czy nawet Europy Średniowiecznej, w dodatku z typową dla siebie dezygnacją postrzegając wszystko przez pryzmat prymatu gospodarki.

Obecnie ogólnosiwiatowy rynek żywności funkcjonalnej jest wyceniany na 34 mld euro, oznacza to, że długo jeszcze w cywilizacji zachodniej perspektywa zarobku kształtować będzie nawyki konsumenta [1]. Powszechnie uznaje się, że konsumpcja żywności funkcjonalnej stanowi remedium na przytłaczającą ilość przypadków chorobowych z grupy chorób cywilizacyjnych – tzn. tych, które są bezpośrednio związane ze stylem życia.

¹ joanna.harasym@ue.wroc.pl, Bio-Ref Lab, Katedra Biotechnologii i Analizy Żywności, Wydział Inżynieryjno-Ekonomiczny, Uniwersytet Ekonomiczny we Wrocławiu, www.ue.wroc.pl; Department of Agriculture and Forestry Engineering, College of Agricultural and Forestry Engineering, University of Valladolid, <http://www.uva.es/export/sites/uva/>

² ludmila.bogacz-radomska@ue.wroc.pl, Katedra Biotechnologii i Analizy Żywności, Wydział Inżynieryjno-Ekonomiczny, Uniwersytet Ekonomiczny we Wrocławiu, www.ue.wroc.pl

³ remigiusz.oledzki@ue.wroc.pl, Katedra Biotechnologii i Analizy Żywności, Wydział Inżynieryjno-Ekonomiczny, Uniwersytet Ekonomiczny we Wrocławiu, www.ue.wroc.pl

Celem tego opracowania było przedstawienie ewolucji znaczenia i roli żywności w cywilizacji zachodniej. Omówiono metody przetwórstwa żywności oraz wpływ przemian świadomości społecznej w kwestii zdrowotnego oddziaływania przetworzonej żywności na charakterystykę produktów żywnościowych.

2. Rozwój przemysłu spożywczego

Rozwój przemysłu rozpoczął się na w XVIII w. w Anglii i Szkocji. Spowodowany był eksplozją demograficzną, która wymusiła produkcję żywności oraz produkcję włókienniczą na dużą skalę. Wówczas zapoczątkowano mechanizację przemysłu, która skutecznie marginalizowała produkcję manufakturową i rzemieślniczą. Drugą ważną przyczyną gwałtownego rozwoju przemysłu była reforma agrarna, polegająca na zmianie rolnictwa feudalnego na nowoczesne. Jednakże dopiero skonstruowanie maszyny parowej umożliwiło znaczny postęp w rozwoju przemysłu [2].

Obecnie znajdujemy się w fazie trzeciej rewolucji przemysłowej, która rozpoczęła się po drugiej wojnie światowej. Cechą charakterystyczną naszej epoki są okręgi przemysłowe tzw. technopolie. Ich lokalizacja w znacznie mniejszej mierze zależy od dostępności surowców przetwórczych i energetycznych, natomiast silnie związana jest z dostępnością wykwalifikowanej kadry oraz bliskością uczelni wyższych. Wynika to z ustawicznego rozwoju wysokich technologii we wszystkich gałęziach przemysłu. Rozwój metod produkcji żywności zapoczątkowany w XVIII w. spowodował, że dziś w krajach wysoko rozwiniętych i rozwijających się problem braku dostępności pożywienia nie istnieje. Wypracowane metody jej wytwarzania są obecnie unowocześniane lub poddaje się je ponownej ocenie pod względem ich wpływu na zdrowie człowieka. Globalizacja w wytwarzaniu żywności spowodowała, że można spożywać produkty, które ze względu na uwarunkowanie geograficzne i środowiskowe nie były uprzednio dostępne lokalnie [2, 3].

W celu zachowania jakości produktów w czasie transportu niezbędne jest stosowanie środków fizycznych i związków chemicznych ułatwiających ich przewożenie. Produkcja na dużą skalę wiąże się również z zapewnieniem jej bezpieczeństwa, w postaci środków ochrony roślin lub szczepień. Związki te nie pozostają obojętne dla zdrowia człowieka. Z tego względu obserwuje się narastający trend powrotu do produkcji rzemieślniczej i manufakturowej, która kojarzona jest z bardziej naturalnym i zdrowszym wytwarzaniem żywności.

Rosnąca świadomość konsumentów powoduje, że trend spożywania żywności wytwarzanej globalnie zmienia się w stronę żywności wytwarzanej lokalnie. Produkcja tej żywności uregulowana jest licznymi przepisami, warunkującymi jej wysoką jakość. Jest to również przyczyną jej wysokiej ceny, na którą nie wszyscy konsumenci mogą sobie pozwolić. Z tego względu rozwój metod wytwarzania żywności prawdopodobnie będzie dwutorowy. Z jednej strony będą to metody zapewniające efektywną produkcję globalną a z drugiej będzie następował rozwój sposobów otrzymywania naturalnej, ekologicznej żywności [2, 3].

3. Metody przetwarzania stosowane w produkcji żywności

Obecnie wytwarzanie żywności jest jedną z najważniejszych gałęzi przemysłu. Rozwój metod otrzymywania żywności z jednoczesnym zapewnieniem jej bezpieczeństwa, a także efektywności procesu technologicznego to największe wyzwania stawiane zarówno producentom żywności jak i naukowcom związanymi z technologii żywności [4].

Tradycyjne metody wytwarzania produktów spożywczych można podzielić na operacje mechaniczne, operacje wymiany ciepła i masy oraz procesy chemiczne, zatem można je sklasyfikować odpowiednio jako fizyczne, fizyko-chemiczne oraz chemiczne.

Procesy mechaniczne opierają się na prawach fizyki. Wyróżnia się następujące procesy jak rozdrabnianie, mieszanie i rozdzielanie mieszanin. Rozdrabnianie stosuje się na początku procesu technologicznego i polega na oddziaływaniu na materiał w celu zmniejszenia jego cząstek poprzez wywołanie naprężeń przekraczających jego wytrzymałość i spójność. W efekcie materiał rozpada się na mniejsze elementy w stosunku do początkowych i zwiększa się powierzchnia jego obróbki. Rozdrabnianiu poddaje się materiał roślinny i zwierzęcy, a stopień jego rozdrobnienia pozwala podzielić tę kategorię na rozdrabnianie tkankowe i komórkowe. Zwiększenie powierzchni obróbki materiału z zachowaniem struktur komórkowych stosuje się we wstępnej fazie obróbki materiału. Natomiast w celu dezintegracji komórki, które w przypadku materiału roślinnego i zwierzęcego poprzedzone jest rozdrabnianiem tkankowym, prowadzone są procesy takie jak rozgniatanie, mielenie i homogenizacja zaliczane do rozdrabniania tkankowego [4]. W przypadku dezintegracji komórek drobnoustrojów stosuje się fale ultradźwiękowe lub rozgniatanie [5].

Proces mieszania polega na tworzeniu mieszanin jednorodnych i stosowany jest w celu intensyfikacji procesów wymiany ciepła lub masy oraz przyspieszenia procesów chemicznych lub biochemicznych. W celu uzyskania mieszanin jednorodnych stosuje się mieszadła mechaniczne, procesy mieszania strumieniowego i pneumatycznego [6].

Z kolei proces rozdzielania mieszanin można podzielić na dwa typy: zatężanie i rozdzielanie. Zatężanie polega na oddzieleniu dwóch faz w zawiesinach, czyli zmiana ich proporcji na korzyść cząstek ciała zawieszzonego w zawiesinie. Do grupy tych procesów należą sedymentacja i filtracja. Natomiast rozdzielanie polega na odseparowaniu od siebie zróżnicowanych cząstek fazy rozproszonej. W tym celu stosowane są następujące procesy jak przesiewanie, służące oddzieleniu od siebie drobnych cząstek, a także procesy hydrauliczne (np. oddzielanie kamieni od buraków) i pneumatyczne (oddzielanie faz w mieszaninach gazowych) [4-6].

Także w obszarze procesów wymiany ciepła i masy obserwuje się intensywny rozwój technologiczny. Procesy te opierają się na zjawiskach przewodzenia, konwekcji i radiacji. W produkcji żywności stosowane są w celu przyspieszenia reakcji chemicznych w przerabianych surowcach, zmiany ich stanu skupienia lub spowodowania wymiany masy w postaci odparowania, sublimacji, ekstrakcji czy dyfuzji [7].

Procesy wymiany ciepła stosowane są w utrwalaniu żywności celem zahamowania lub spowolnienia procesów chemicznych i biologicznych. Wśród procesów termicznej obróbki surowca znajduje się blanszowanie, czyli krótkotrwałe ogrzewanie surowców do temperatury poniżej 90°C, które zabezpiecza surowce i półprodukty roślinne przed niekorzystnymi zmianami. Zastosowanie znacznie wyższych temperatur wiąże się z procesem pasteryzacji, w wyniku której uzyskuje się pełną inaktywację enzymów oraz zapewnia się czystość mikrobiologiczną przerabianych surowców i produktów gotowych [7]. Procesy te stosowane są głównie w przemyśle mleczarskim.

W przemyśle owocowo-warzywnym stosuje się również rozparzanie w celu rozmiękczenia tkanek roślinnych, obróbce tej poddaje się ziemniaki przed rozpoczęciem procesu fermentacji miazgi ziemniaczanej w procesie produkcji alkoholu. W ramach procesów wymiany ciepła i masy wyróżnia się również zatężanie, które stosowane np. w produkcji cukru białego doprowadza do uzyskania krystalicznych form poprzez odparowanie rozpuszczalnika z roztworu przesyconego [8].

Inną metodą zatężania półproduktów spożywczych jest kriokoncentracja, polegająca na wymrażaniu wody a następnie jej mechanicznym usuwaniu. Rozwój metod produkcji żywności doprowadził do opracowania membranowych sposobów zatężania, opierających się na procesie odwróconej osmozy z użyciem błon półprzepuszczalnych oraz wysokiego ciśnienia zapewniającego przenikanie cząsteczek wody przez pory błonowe, jest to tzw. ultrafiltracja stosowana w przemyśle mleczarskim [9].

Istotnym elementem w produkcji żywności jest suszenie, które przeprowadza się w celu uzyskania odpowiednich parametrów przetwarzanego surowca oraz w celu zwiększenia trwałości gotowych produktów. W zależności od pożądanego stopnia suchości materiału stosuje się metody mechaniczne, termiczne lub fizyko-chemiczne [10].

Ze względu na rozkwit rynku produktów typu instant nastąpił rozwój metod suszenia rozpyłowego żywności, niegdyś stosowanych głównie w produkcji mleka w proszku, a dziś w produkcji wysokokalorycznych przekąsek, zastępujących często posiłki [10].

Inną powszechnie stosowaną metodą w otrzymywaniu żywności jest ekstrakcja, polegająca na wydzieleniu składników z mieszaniny poprzez zastosowanie rozpuszczalników, np. cukru z buraków cukrowych, tłuszczu z nasion oleistych, barwników z roślin, zwierząt a obecnie nawet z drobnoustrojów [10].

Sorpcja, polegająca na fizycznym pochłanianiu określonej substancji, tzw. sorbatu przez inne ciała – sorbenty, została wdrożona do oczyszczania soków cukrowych w czasie produkcji cukru białego, otrzymywania wód gazowanych, oczyszczania i odbarwiania roztworów przy pomocy węgla aktywnego oraz w otrzymywaniu substancji zapachowych stosowanych w produkcji żywności [10].

Natomiast w produkcji alkoholi zastosowanie znalazła destylacja i jej pochodna, czyli rektyfikacja, polegające na wydzieleniu pojedynczego składnika lub kilku składników z ciekłej mieszaniny wykorzystując przy tym parametry parowania lotnych składników [10].

W produkcji żywności istotną rolę odgrywa oczyszczanie wody i jej demineralizacja. W tym celu stosuje się jonizację, polegającą na wymianie jonów pomiędzy roztworem substancji zdysocjowanych a jonitem, czyli tworzywem zawierającym w swojej strukturze centra jonowo czynne. Proces ten wykorzystuje się również w celu zmniejszenia zabarwienia roztworów [7-10].

Trzecią grupą metod stosowanych w produkcji żywności są procesy chemiczne, do których zalicza się hydrolizę, utlenianie i uwodornienie. Proces hydrolizy polega na rozerwaniu wiązań chemicznych z przyłączeniem wody w obecności katalizatorów. Jest to proces stosowany głównie w hydrolizie skrobi oraz białek, w produkcji aminokwasów, przypraw smakowych, a ostatnio również w preparatach odżywczych dla sportowców. Proces utleniania z reguły prowadzi do niekorzystnych zmian w żywności, jednak znalazł zastosowanie w otrzymywaniu kwasu glukonowego (spożywczy środek kwaszący) oraz glukonianu poprzez utlenianie glukozy [11, 12].

Kolejnym przykładem zastosowania tego procesu jest utlenianie skrobi na potrzeby produkcji deserów żelowych i innych preparatów spożywczych [13].

Natomiast produkcja margaryny wiąże się z procesem uwodornienia (redukcji), który polega na utwardzaniu tłuszczów roślinnych poprzez nasycenie dużej części nienasyconych wiązań podwójnych rozgrzanego oleju gazowym wodorem [11-13].

Wraz z postępowaniem cywilizacyjnym rośnie dostęp do informacji na temat stopnia przetworzenia żywności, co wywołuje różne reakcje w społeczeństwie. W efekcie rosnącej niechęci do wysokiego stopnia przetworzenia żywności tworzy się trend ukierunkowany na prozdrowotny sposób życia i odżywiania, wyrażający się w rosnącym popycie na żywność ekologiczną.

W celu wytworzenia tej żywności stosowane są metody typowe, ale surowce wykorzystywane w procesie technologicznym muszą mieć naturalne pochodzenie. Nie jest dozwolone stosowanie środków chemicznych na żadnym etapie produkcji. Przykładowo można stosować odchody zwierzęce w hodowli roślin, ale tylko takie, do których nie dodano żadnych związków chemicznych [14-16].

Zmieniający się tryb życia konsumentów sprawia, że poszukują oni żywności łatwej w przygotowaniu, powszechnie dostępnej oraz z korzystnym wpływem na ich zdrowie. Oczekuje się, że produkt będzie spełniał określoną funkcję, dlatego przed technologami żywności stawia się kolejne wyzwania związane z projektowaniem nowych produktów żywnościowych. Z tego względu nieustannie rozwijane są techniki produkcji żywności, umożliwiające modelowanie niestandardowych produktów spożywczych o prozdrowotnych funkcjach [17, 18].

Obserwuje się również trend zrównoważonej produkcji żywności w wymiarze technologicznym, ekonomicznym i społecznym. W rezultacie zmierza się do opracowania takich metod, które nie będą obciążały ziemi oraz będą miały znaczną efektywność. Ten kierunek skutkuje rozwojem badań naukowych dotyczących otrzymywania związków na drodze biotechnologicznej z zastosowaniem kultur tkankowych i drobnoustrojów [17-19].

4. Rozwój wiedzy na temat oddziaływania żywności

Obecnie rozwój nauk o żywności i żywieniu jest źródłem napływu informacji o mechanizmach oddziaływania składników żywności na metabolizm człowieka. Ta wiedza jest również przyczyną wzrostu rynku specjalnej żywności, względem której budowane są oczekiwania konsumentów na podstawie stwierdzonych naukowo aktywności.

Poszukiwania naukowe koncentrują się na zmniejszeniu ryzyka zapadalności na tzw. choroby cywilizacyjne, przewlekłe i powodujące ubytek na zdrowiu choroby układu sercowo-naczyniowego, otyłość, raka, osteoporozę i cukrzycę nieinsulinozależną [20].

Od niedawna funkcjonują w świadomości społecznej (paradoksalnie dzięki intensywnej reklamie, a nie intensywnej edukacji) pojęcia „probiotyk” i „prebiotyk”, a jednocześnie żywność opartą na tych substancjach można znaleźć w każdym sklepie. Żywność opartą na tych substancjach można znaleźć w każdym sklepie. Niezaprzeczalnie pozytywne oddziaływanie pewnych składników błonnika (jako prebiotyku) na korzystną florę bakteryjną układu pokarmowego stało się punktem wyjścia do tworzenia wielu nowych produktów spożywczych. Z kolei dodatni wpływ wybranych szczepów bakterii kwasu mlekowego na funkcjonowanie jelit wpłynął na marketingowy sukces probiotyków [21].

W światowych ośrodkach badawczych analizowany jest potencjał probiotyków i prebiotyków w prewencji i terapii nowotworów jelita grubego. Pierwszą obroną organizmu jest środowisko żołądka i jelit, które reaguje na mikroorganizmy spożywane wraz z jedzeniem. Mogą być to drobnoustroje chorobotwórcze, ale również takie, których obecność jest niezwykle pożądana [22].

Od dawna wiadomo, że rośliny zawierają wiele związków fitochemicznych, które wywierają specyficzny wpływ na organizm człowieka. Udowodniono redukcję zapadalności na choroby takie jak arytmia serca, choroba wieńcowa, udar, nadciśnienie, osteoporoza, odmiany raka lub zaburzenia żołądkowo-jelitowe na skutek spożywania określonych warzyw i owoców. Dieta bogata w owoce i warzywa może zmniejszyć np. porowatość naczyń krwionośnych czy zwiększyć aktywność enzymów naturalnej obrony antyoksydacyjnej. W lekach roślinnych od dawna wykorzystuje się efekty działania aktywnych składników roślinnych. Z tego względu kluczową rolę w zrozumieniu mechanizmów leżących u podstaw funkcjonowania organizmu ludzkiego ogrywiają biologia i medycyna molekularna [23].

Niektóre substancje roślinne odgrywają niezmiernie istotną rolę w zapobieganiu uszkodzeniom oksydacyjnym związanym z chorobami układu sercowo-naczyniowego. Karotenoidy oraz witaminy C i E działają przeciwutleniająco i wzmacniająco na układ immunologiczny człowieka. Ostatnie badania wykazały, że również związki fenolowe i antocyjany – oprócz witamin i karotenoidów – mają korzystny wpływ na organizm osób cierpiących na choroby przewlekłe. Związki te przyczyniają się do obniżenia poziomu cholesterolu LDL, uszkodzonego w wyniku utleniania w krwi, zapobiegając

tym samym tworzeniu się niebezpiecznych złożeń w naczyniach krwionośnych. Badana jest także rola przeciwutleniaczy w zapobieganiu nowotworom powstającym w wyniku uszkodzenia genów. Utrata zdolności komórki do normalnego reagowania umożliwia jej niekontrolowane namnażanie się i przemianę w patologiczną komórkę nowotworową. Przeciwutleniacze neutralizują pewne substancje, które w efekcie utleniania mogą uszkodzić materiał genetyczny [24-26].

Inną grupę związków roślinnych, wywierających duży wpływ na organizm ludzki, stanowią fitoestrogeny. Ich działanie podobne jest do aktywności hormonów człowieka. Wysoką zawartość tych związków obserwuje się w roślinach strączkowych. Uważa się, że wysoki poziom spożycia produktów sojowych w Azji leży u podłoża relatywnie niskiej zapadalności na nowotwór piersi w tych krajach. Do związków najbardziej wartościowych należą izoflawony, ponieważ wg doniesień naukowych zmniejszają ryzyko chorób serca poprzez niedopuszczanie do tworzenia się skrzepów krwi. Z badań wynika także, że związki te zapobiegają osteoporozie i objawom menopauzy lub łagodzą je poprzez zaspokajanie zapotrzebowania organizmu na estrogen [27].

Choroby sercowo-naczyniowe (CSN) są zasadniczą przyczyną zwiężenia tętnic. W efekcie doprowadza to do zmniejszenia ilości dostarczanego tlenu do organów, takich jak: serce, mięśnie szkieletowe, mózg, jelito i nerki. CSN należą do grupy chorób degeneracyjnych i obejmują chorobę wieńcową (*Coronary Heart Disease* – CHD), miażdżycę tętnic obwodowych i wylewy. Do głównych czynników ryzyka wystąpienia CSN zaliczane są:

- zaburzenia metabolizmu lipoprotein – utlenianie frakcji HDL cholesterolu i wysokie stężenia frakcji LDL cholesterolu lub całkowitego cholesterolu w surowicy (obniżenie całkowitego cholesterolu w surowicy z przykładowo 5 mmol/l do 4,4 mmol/l przyczynia się w 27% do obniżenia ryzyka niedokrwiennej choroby serca);
- wzrost ryzyka powstawania zakrzepicy naczyń tętniczych – wzrost ilości skupienia płytek krwi oraz wzrost aktywności czynników krzepnięcia;
- nadciśnienie – wzrost ryzyka wylewu, niedokrwiennej choroby serca, nadciśnienia lub innych chorób serca (obniżenia o każde 10 mm Hg wartości ciśnienia rozkurczowego zmniejsza o 37% ryzyko wylewu, a o 25% ryzyko choroby wieńcowej);
- integralność tętnicza – uszkodzenie komórek śródbłonna naczyń tętniczych, podwyższa ryzyko wystąpienia miażdżycy oraz CSN;
- hyperhomocysteinemia – wzrost poziomu homocysteiny jest związany ze wzrostem ryzyka CSN jak i cukrzycy typu II.

Naukowcy dokonali analizy procesów etiologicznych ryzyka CSN, które mogą być modyfikowane przez dietę, od metabolizmu lipidów i lipoprotein przez funkcje hemostatyczne, uszkodzenia tlenowe, aż po metabolizm homocysteiny i ciśnienie krwi.

Podstawowym wnioskiem płynącym z tej weryfikacji było stwierdzenie, że możliwe jest zmniejszenie tego ryzyka poprzez właściwe żywienie [28].

Rozwój wiedzy na temat nowych związków o własnościach prozdrowotnych odbywa się lawinowo. Badane są nie tylko typowe produkty spożywcze czy rośliny konsumpcyjne regionu Europy czy Ameryki Północnej, ale uwaga świata nauki, a co za tym idzie – rynku – kieruje się w stronę innych kontynentów, słusznie poszukując tam odmian i gatunków o niespotykanych oddziaływaniach na organizm człowieka.

Wciąż jednak niewiele wiadomo na temat zachowania różnych fitozwiązków w organizmie człowieka: biodostępność (w jakim stopniu udaje się substancjom dotrzeć do miejsca oddziaływania w organizmie ludzkim i wywrzeć tam swój korzystny wpływ), metabolizm i możliwe skutki negatywne uzależnione od dawki nadal stanowią temat intensywnych badań naukowych. Sytuacji nie ułatwia fakt, że należy wziąć pod uwagę, że niektóre działania mogą być efektem synergii i nie może ich spowodować jeden element [29].

5. Wpływ wiedzy o żywności na dalszy rozwój przemysłu spożywczego

Liczne badania naukowe dowiodły, że składniki roślinne są pomocne w zapobieganiu wielu chorobom. W oparciu o tę wiedzę opracowuje się produkty farmaceutyczne, jak leki ziołowe oraz produkty spożywcze, opierające się na żywności w jej postaci typowej. Obserwowany jest wzrost różnorodności produktów spożywczych, odpowiadających zapotrzebowaniu różnych grup docelowych, np. osób starszych, kobiet w ciąży i karmiących piersią, niemowląt, małych dzieci i sportowców. W dobie starzejącego się społeczeństwa w Europie i Ameryce Północnej dla wielu starszych osób ważne jest także, aby spożywane produkty mogły zapewnić zrównoważoną dietę bez zmieniania wieloletnich nawyków.

Duża liczba związków zawartych w żywności wpływa na występowanie chorób wieńcowych, które zostały omówione w poprzednim paragrafie. Działanie większości z nich jest znane od dawna, jak np. tłuszcze nasycone lub sól, a inne zostały zidentyfikowane w ciągu ostatnich kilku dekad. Jednocześnie szeroka gama związków aktywnych stanowi niewyczerpane źródło kreatywnego podejścia do tworzenia produktów spożywczych.

Od dawna wiadomo, że nienasycone kwasy tłuszczowe (NKT) o długości łańcuchów mniejszej niż 18C (atomów węgla) i konfiguracji *trans* kwasów tłuszczowych, podnoszą stężenie biomarkerów CSN tzn. cholesterolu całkowitego i frakcji LDL cholesterolu, tym samym zwiększając ryzyko wystąpienia CSN. Przeciwnieństwem są JNKT (jednonienasycone kwasy tłuszczowe), WKT (wielonienasycone kwasy tłuszczowe) i n-6 WKT (wielonienasycone kwasy tłuszczowe z wiązaniem omega-6), które obniżają całkowity poziom LDL cholesterolu i podwyższają zawartość korzystnej frakcji HDL cholesterolu (zmniejszając stosunek frakcji cholesterolu LDL do HDL) [30].

Na rynek wprowadzono kilka nowych typów olejów, tłuszczów i margaryn utrzymujących równowagę kwasów tłuszczowych, wpływających na obniżenie ryzyka

CSN. Podobnie łańcuch n-3 wielonienasyconych kwasów tłuszczowych z ryb, jak EPA (kwas eikozopentaenowy C_{20:5}) i DHA (kwas dokozaheksaenowy C_{26:6}), ma korzystne działanie, wyrażające się w zwiększeniu sprężystości ścian naczyń tętniczych i może obniżyć ryzyko wystąpienia CSN. Na podstawie tej wiedzy rozwinął się rynek olejów rybnych, np. preparaty oleju z wątroby rekina, rekompensując niewielkie spożycie tłuszczów rybnych oraz olejów roślinnych. Dodatkowo równowaga pomiędzy n-6 WKT (np. kwas linolowy) i n-3 WKT (np. kwas α -linolenowy) stanowi klucz do utrzymania homeostazy. W wyniku tych analiz na rynku żywności pojawiły się produkty olejowe, których zaletą jest wywieranie wpływu na homeostazę organizmu [30].

Oliwę z oliwek wraz z dietą śródziemnomorską została uznana za niezwykle korzystną dla zachowania dobrego zdrowia. Udowodniono, że jej spożywanie redukuje ryzyko występowania CSN oraz nowotworów. Jest to rezultatem obecności w jej składzie jednonienasyconych kwasów tłuszczowych (73%), obniżających frakcję LDL cholesterolu, ale także zawartości przeciwutleniaczy, w tym fenoli. Wraz z poznaniem prozdrowotnego wpływu oliwy z oliwek zwiększyło się jej spożycie, a tym samym jej cena rynkowa [31].

Roślinne sterole i stanole znane są powszechnie ze zdolności obniżania hipercholesterolemii i tym samym występowania chorób wieńcowych (CHD). Dzielne spożycie 1,3 grama roślinnych estrów steroli lub 3,4 grama estrów stanoli przyczynia się do znacznego obniżenia poziomu cholesterolu. Niektóre badania dowodzą, że zawartość tych związków w codziennej diecie w wysokości do 2 lub 2,5 grama obniża frakcję LDL cholesterolu o ok. 10%. Do najważniejszych rynkowo steroli i stanoli należą: β -sitosterol, stigmasterol, kamepsterol oraz stanol. Roślinne sterole i stanole są obecne w małych ilościach w owocach, warzywach, orzechach, nasionach, zbożach i roślinach strączkowych. Produkty zawierające te związki celowo dodane stanowią element podstawowej diety i należą do nich margaryna, sosy sałatkowe, jogurty i sery [32].

Hipoteza biologicznej aktywności dotycząca przeciwutleniaczy zakłada, że przeciwutleniacze przyjmowane z pokarmem mają zdolność zapobiegania uszkodzeniom tlenowym w organizmie. Do najbardziej znaczących przeciwutleniaczy zaliczane są tokole (łącznie z tokoferolami, np. witamina E i tokotrienole), witamina C, karotenoidy (np. β -karoten, który jest prekursorem witaminy A oraz likopen i luteina), flawonoidy i proste fenolowe związki chemiczne. Na podstawie badań epidemiologicznych dowiedziono, że spożycie żywności bogatej w przeciwutleniacze zwiększa ich stężenie w surowicy oraz obniża liczbę zgonów powodowanych przez niektóre choroby chroniczne [26].

β -glukan to polimer glukozy, który z racji swoich funkcji zaliczany jest do błonnika rozpuszczalnego. Źródłem pokarmowym β -glukanu są głównie owies i jęczmień. Jest to rozpuszczalny, złożony węglowodan, który nie jest rozkładany w jelicie cienkim. Wpływ rozpuszczalnego błonnika na trawienie i zdrowie był od dawna znany. Zmniejsza on lub zatrzymuje absorpcję w jelitach przez zwiększenie lepkości i zmniejszenie współczynnika opróżnienia żołądka. W rezultacie obniżeniu ulega

zawartość frakcji LDL cholesterolu. Wpływ tego błonnika na proces trawienia reguluje poziom glukozy po spożywanych posiłkach oraz obniża ilość wydzielanej insuliny. Badacze opisują również prebiotyczną funkcję β -glukanu, stymulującego bakterie jelitowe, w szczególności bakterie kwasu mlekowego i bifidobakterie. W oparciu o wyniki badań przedstawiane w literaturze opracowano wiele produktów spożywczych na rynku, jak jogurty i inne produkty mleczne, pieczywo, zbożowe płatki śniadaniowe [33].

Produkty sojowe są szczególnie bogate w substancje zwane izoflawonami, takie jak daidzeina, genisteina i ich glukozydy. Na podstawie licznych badań *in vivo*, wykazano ich korzystny wpływ wraz z białkiem sojowym na prewencję CSN poprzez obniżenie poziomu frakcji LDL-cholesterolu. Badania naukowe dowiodły również terapeutyczne oddziaływanie tych substancji w przypadkach cukrzycy, problemów z pamięcią, klimakterycznych napadów zaczerwienienia twarzy, osteoporozy i nowotworu piersi. Izoflawony lub fitoestrogeny pochodzące z soi lub innych roślin są przekształcane przez mikroflorę jelit i mogą łączyć się z receptorami estrogenu oraz pobudzać działanie hormonalne i antyhormonalne [34].

Na bazie odkryć naukowych powstają nowe produkty żywnościowe. Niektóre z nich są celowo zaprojektowane z wykorzystaniem rosnącej wiedzy o bioaktywności składników i tworzą nową grupę żywności, zwaną – żywnością funkcjonalną. Jedną z grup stworzonych najwcześniej w ramach tej kategorii jest żywność o obniżonej wartości energetycznej. Wraz z produktami o obniżonej zawartości cukru są jednymi z pierwszych i najbardziej typowymi z produktów, które powstały jako żywność funkcjonalna. Wartość energetyczna produktów o obniżonej kaloryczności musi być mniejsza o co najmniej 30% od tradycyjnej żywności, co osiągnąć jest w przemysłowej produkcji poprzez:

- zmniejszenie ilości tłuszczu, cukru w tradycyjnej żywności (np. dżemy niskosłodzone, majonezy, mleko o obniżonej zawartości tłuszczu);
- użycie zamienników tłuszczu lub/i cukru, które mają niższą wartość kaloryczną, czasami równą zeru (np. wyroby słodzone syntetycznymi środkami – czekolady „light”);
- zmniejszenie ilości mąki w wyrobach węglowodanowych lub zastąpienie jej błonnikiem pokarmowym – określoną frakcją włókna surowego;
- zwiększenie udziału wody w produkcie [36].

Jedną z wczesnych praktyk dietetycznych, wynikających z poziomu ówczesnej wiedzy, a zmierzającą do zmniejszenia poziomu cholesterolu jest spożycie żywności funkcjonalnej niskocholesterolowej. Produkcję tego rodzaju żywności prowadzi się do tej pory stosując zamienniki surowców bogatych w cholesterol [36]. Przykładami tego rodzaju żywności są np.:

- majonezy bez cholesterolu – uzyskuje się je poprzez zastępowanie żółtka bogatego w cholesterol innymi emulgatorami;

- przetwory mięsne o zmniejszonej zawartości cholesterolu – część mięsa zastępuje się białkami roślinnymi (np. soi, kukurydzy, owsa), a także część tłuszczu olejami roślinnymi (np. słonecznikowym, rzepakowym, oliwą);
- tłuszcze do smarowania i inne produkty o obniżonej ilości cholesterolu – uzyskiwane w wyniku zastąpienia części masła olejami roślinnymi albo zamiennikami tłuszczu;
- jajka o obniżonej zawartości cholesterolu w żółtku – otrzymywane poprzez dodawanie do pasz substancji hamujących syntezę cholesterolu w organizmach kur lub dzięki modyfikacjom genetycznym ras kur w kierunku zmniejszenia ustrojowej syntezy tego składnika [36].

Chociaż obecne doniesienia naukowe zaprzeczają wpływowi cholesterolu przyjmowanego w żywności na wzrost poziomu tego związku w organizmie, kierując odpowiedzialność w stronę nadmiernej konsumpcji cukru – rynek produktów niskocholesterolowych jest dobrze rozwinięty i przewidywany jest dalszy jego rozwój.

6. Zmiany w charakterystyce i składzie żywności

Rozwój procesów przetwórczych wymuszony zmianami demograficznymi oraz postępowaniem cywilizacyjnym wyrażonym m.in. w postaci rewolucji przemysłowej zaowocował powstawaniem szeregu produktów spożywczych o różnym poziomie przetworzenia.

6.1. Żywność nieprzetworzona

Kategoria żywności nieprzetworzonej zawiera wszystkie te produkty spożywcze, które nadają się do konsumpcji przez człowieka bez skomplikowanych metod przetwórstwa żywności. Jednak na tym etapie pojawia się znacząca wątpliwość względem stopnia nieprzetworzenia żywności, ponieważ wiele produktów spożywczych nie nadaje się do spożycia bez wcześniejszego przygotowania. Niezależnie od mocno ortodoksyjnego podejścia do sprawy nieprzetwarzania żywności jej istotą jest minimalizacja procesów przetwórczych.

Do sztandarowych przykładów takiej żywności należą owoce, warzywa a także nasiona. Niewątpliwymi zaletami żywności nieprzetworzonej jest jej ładunek energetyczny oraz kompozycja składników odżywczych. Wysoki udział wody, błonnika, aktywnych białek enzymatycznych czy surowych olejów czyni z takiej żywności pokarm prawdziwie odżywczy.

Również niektóre tradycyjne procesy przetwórcze jak gotowanie czy pieczenie umożliwiają rozszerzenie rodzajów spożywanej żywności o wiele cennych produktów, które normalnie nie byłyby strawne dla człowieka jak kasza czy sucha fasola lub groch. Dodatkowo niektóre produkty w postaci nieprzetworzonej mogą wykazywać właściwości toksyczne, jak np. surowy ziemniak.

Zarówno przygotowanie żywności o wysokiej właściwości odżywczej jak również jej wyhodowanie wymaga zupełnie innego podejścia i jest czasochłonne. Mimo to, po

etapie zachłyśnięcia się rewolucją przemysłową obecnie następuje powrót do czasochłonnego przygotowania żywności, które minimalizuje straty wartości odżywczych produktów.

Badania wielośrodkiowe wykazały znaczącą przewagę żywności roślinnej uprawianej metodami ekologicznymi wobec produktów pochodzących z typowej uprawy [37]. Również hodowla zwierzęca prowadzona metodami konwencjonalnymi i ekologicznymi wykazuje wyraźne zróżnicowanie w wartości odżywczej tak uzyskanych produktów spożywczych.

Międzynarodowy zespół ekspertów kierowany przez naukowców z Uniwersytetu w Newcastle w Wielkiej Brytanii wykazał, że zarówno ekologicznie pozyskane mleko jak i mięso, zawierają o ok. 50% więcej korzystnych kwasów tłuszczowych omega-3 w porównaniu do produktów wytwarzanych konwencjonalnie. Stwierdzono wyraźne różnice między mlekiem i mięsem pozyskiwanymi metodami hodowli ekologicznej i konwencjonalnej, szczególnie pod względem zawartości kwasów tłuszczowych, a także niektórych składników mineralnych i przeciwutleniaczy [38].

Obecnie pojawiła się również kategoria żywności minimalnie przetworzonej, pod którą rozumie się produkty spożywcze otrzymywane nowoczesnymi metodami przetwórczymi, zapewniającymi ochronę naturalnych właściwości surowca wyjściowego [39÷42].

Do tej kategorii żywności kwalifikuje się żywność, której wytworzenie ogranicza się do zabiegów niezbędnych, ale umożliwiających uzyskanie produktu gotowego do użycia, o zachowanych naturalnych właściwościach [39-41].

Niezależnie od różnic w definiowaniu pojęcia „żywności minimalnie przetworzonej” obecnie można wyróżnić wspólne właściwości tej grupy produktów, do których należą [39, 42-44]:

- zachowanie sensorycznych cech świeżości, np. turgoru, barwy, zapachu, smaku, dzięki wykorzystaniu łagodnych metod obróbki termicznej i utrwalania;
- zachowanie składników odżywczych wrażliwych w procesach przetwórczych, głównie witamin, prowitamin, fitoskładników i składników mineralnych;
- stosowanie metod kombinowanych, w których łagodnym metodom przetwarzania i utrwalania żywności towarzyszą metody biologiczne lub fizykochemiczne;
- wykorzystanie w procesie pakowania żywności modyfikowanych warunków i specjalnych opakowań indywidualnie dobranych do rodzaju produktu;
- zachowanie temperatury chłodniczej w całym łańcuchu produkcji i dystrybucji [45].

6.2. Żywność wysoko przetworzona

Fakt, że żywność przetwarzana jest od dawna przez człowieka nie ulega wątpliwości. Dyskusyjnym staje się jedynie poziom jej przetworzenia. Przetwarzanie żywności umożliwiające przyswojenie pokarmów pierwotnie niestrawialnych lub wręcz stwarzających zagrożenie dla zdrowia człowieka jest działaniem niezbędnym

w celu rozszerzenia rodzajów pożywienia [46]. Wątpliwość budzi jedynie takie przetwórstwo, które całkowicie pozbawia żywność wartości odżywczej, stając się tym samym zagrożeniem dla zdrowia człowieka.

Cukier biały to jeden z przykładów produktów wysokorafinowanych, którego przydatność żywieniowa jest żadna. Stanowi pozbawioną prawie wszystkich składników roślinnych substancję, której gigantyczne spektrum zastosowań w przemyśle przedkładane jest ponad jego faktyczną wartość odżywczą. Światowa produkcja cukru białego dawno przekroczyła 100 milionów USD rocznie, a możliwości jego wykorzystania w przemyśle wciąż rosną [47].

Negatywne oddziaływanie cukru białego na zdrowie człowieka zostało wielokrotnie stwierdzone naukowo [48], jednak jego właściwości słodzące i teksturotwórcze powodują, że wciąż jest produktem pożądanym na rynku. Obecnie dostępny jest również w postaci cukru brązowego oraz syropu glukozowo-fruktozowego.

Kolejnym przykładem jest mąka pszenna, otrzymywana z ziarna pszenicy wielokrotnie zmodyfikowanego genetycznie w celu uzyskania odmian o wysokim udziale skrobi w ziarniaku [49]. Właściwości reologiczne i ciastotwórcze mąki pszennej oraz przekonania konsumenta, powstałe po II Wojnie Światowej, o lepszej jakości chleba białego od czarnego doprowadziły do rozpowszechnienia się diety opartej na tym rafinowanym produkcie, pozbawionym błonnika, o niskim udziale białek i minerałów [50].

Biała sól rafinowana stanowiąca prawie chemicznie czysty chlorek sodu, to kolejny przykład nadmiernego oczyszczania surowca, aż do uzyskania prawie całkowitego wyjałowienia z substancji korzystnych dla zdrowia [51].

Technologia uwodorniania tłuszczu przyczyniła się do rozprzestrzenienia się na rynku utwardzonych zamienników masła [52], w których obecne są kwasy tłuszczowe o konfiguracji *trans*, dla których wykazano wyjątkowo negatywny wpływ na zdrowie człowieka [53].

Chęć zdominowania rynku, a zatem potrzeba wydłużenia przydatności do spożycia wielu produktów, w celu ich dystrybucji do odległych miejsc stworzyła możliwość dodawania do żywności wielu różnych dodatków. Pojawiły się zatem substancje konserwujące, barwiące, intensyfikujące odczucie smaku czy aromatyzujące, pozbawione jakiegokolwiek funkcji odżywczych.

Spożycie żywności wysoko przetworzonej stanowi problem cywilizacyjny, którego objawem jest powszechne i wciąż rosnące występowanie chorób cywilizacyjnych. Niska wartość odżywcza, słabe zbilansowanie proporcji składników prowadzące do nadmiernego wyrzutu insuliny po posiłku, czy obecność substancji oddziałujących metabolicznie w sposób niekontrolowany i negatywny przyczynia się do tego, że w efekcie spożywania takich produktów ulega całkowitemu rozregulowaniu układ sygnalizacyjny w organizmie człowieka, co prowadzi do niekontrolowanego przejadania się, a to z kolei do nadwagi i paradoksalnie – niedożywienia [54].

6.3. Żywność funkcjonalna

Kolejnym etapem rozwoju w wytwarzaniu żywności w cywilizacji zachodniej jest zwrot w kierunku prozdrowotnego oddziaływania żywności. Trend zapoczątkowany wzrostem świadomości na temat właściwości żywności oraz oddziaływania żywności na zdrowie człowieka nabiera rozpędu, stając się istotną rynkową pozycją.

W połowie lat 80. XX wieku w Japonii, a potem w USA na rynku zaczęły pojawiać się produkty określane mianem żywności funkcjonalnej [55]. I co nie jest szczególnie zdumiewające, jeśli uwzględnić podejście do żywności w Azji oraz poziom rozwoju produkcji żywności, liderem na tym rynku nadal pozostaje Japonia.

Wobec braku jednej oficjalnej definicji, używane są rozmaite określenia mniej lub bardziej odzwierciedlające koncept tej żywności tj.: *Designer Foods, Agromedical Foods, Medifoods, Medical Food, Fortified Foods, Fitness Food, Wellness Food, Vita Foods, Therapeutic Food, Performance Food, Pharma Food, Nutraceutical Food* [56, 57].

Brak konkretnej definicji żywności funkcjonalnej spowodował również dużą różnorodność produktów zaliczanych do tej grupy. Wobec stałego rozwoju rynku tego rodzaju produktów powstaje potrzeba doprecyzowania tego pojęcia. Obecnie funkcjonuje kilka definicji i określeń żywności funkcjonalnej. Najczęściej mianem żywności funkcjonalnej określa się produkty spożywcze i napoje wykazujące udokumentowany, korzystny wpływ na zdrowie człowieka ponad ten, który wynika z obecności w nich składników odżywczych uznawanych za niezbędne [58].

ILSI (*International Life Science Institute*) określa, że: „żywność funkcjonalna to żywność, która dzięki fizjologicznie aktywnym składnikom umożliwia zapewnienie korzyści zdrowotnych, niezależnie od swej funkcji, tzn. prawidłowego odżywiania” [57].

W Unii Europejskiej uznaje się definicję powstałą w ramach europejskiego *Functional Food Science in Europe* znanego pod akronimem FUFOSSE. Zgodnie z FUFOSSE „żywność może być uznana za funkcjonalną, jeśli udowodniono jej korzystny wpływ na jedną lub więcej funkcji organizmu ponad efekt odżywczy, który to wpływ polega na poprawie stanu zdrowia, samopoczucia i/lub zmniejszeniu ryzyka chorób. Żywność ta musi przypominać postacią żywność konwencjonalną. Natomiast suplementy w postaci tabletek lub kapsułek nie stanowią żywności funkcjonalnej. Oczekuje się, że będzie to składowa prawidłowej diety” [35, 59].

Taką żywność klasyfikuje się także według źródła jej pochodzenia lub sposobu modyfikacji (Tabela 1), grup funkcjonalnych, do których zalicza się poszczególne produkty ze względu na zaspokajanie potrzeb organizmu (Tabela 2) czy też podział opierający się o poziom wiedzy o efektach zdrowotnych takiej żywności (Tabela 3). Dodatkowym kryterium zaliczania produktu do żywności funkcjonalnej jest wykluczenie jego szkodliwego działania [63].

Tabela 1. Podział żywności funkcjonalnej na grupy w zależności od pochodzenia lub sposobu modyfikacji

Naturalne produkty zawierające składniki, które mają pozytywny wpływ na zdrowie, np.: <ul style="list-style-type: none">• sok z czarnego bzu wspomagający w infekcjach wirusowych,• błonnik pokarmowy ze zbóż zmniejszający ryzyko CSN lub nowotworów jelita grubego.	Naturalne składniki żywnościowe, które wpływają na zdrowie poprzez zwiększenie ich udziału w pokarmach zwierzęcych, np.: <ul style="list-style-type: none">• jaja lub mięso z wysoką zawartością omega-3 kwasów tłuszczowych,• wołowina wzbogacona o CLA czy WNKT.
Żywność wzbogacona w składniki, które przeciwdziałają chorobom i mają pozytywny wpływ na zdrowie, np.: <ul style="list-style-type: none">• wapń zawarty w chlebie,• jogurty probiotyczne,• chleb z dodatkiem kwasów omega-3.	Żywność uwolniona z nieodżywczych lub toksycznych substancji wytwarzanych naturalnie po przez specjalne przetwarzanie, np.: <ul style="list-style-type: none">• usuwanie związków toksycznych lub alergenów.
Nowa żywność o właściwościach poprawiających zdrowie wytwarzana poprzez modyfikację genetyczną lub selekcję odmian nie konsumowanych wcześniej np.: <ul style="list-style-type: none">ryż z wysoką zawartością żelaza lub witamin z grupy B,olej roślinny wzbogacony o kwasy tłuszczowe,żywność bez alergenów czy jagody bogate w przeciwutleniacze.	

Źródło: Opracowanie własne na podstawie [35, 57-59]

Tabela 2. Podział żywności funkcjonalnej wg przynależności produktu do konkretnej grupy funkcjonalnej

Naturalna żywność bogata w składniki prozdrowotne.	Żywność, w której zwiększono dostępność prozdrowotnych składników.
Żywność, do której dodano składnik lub składniki prozdrowotne.	Żywność, z której usunięto składniki antyżywniowe.
lub	
w zależności od specyficznego składu: <i>wzbogacona, niskoenergetyczna, wysokobłonnikowa, probiotyczna, niskosodowa, niskocholesterolowa energetyzująca</i>	ze względu na zaspokajanie określonych potrzeb organizmu: <i>zmniejszającą ryzyko chorób krążenia, zmniejszającą ryzyko chorób nowotworowych, zmniejszającą ryzyko osteoporozy, przeznaczoną dla osób obciążonych stresem, hamującą procesy starzenia, dietetyczną dla osób z zaburzeniami metabolizmu i trawienia, dla sportowców, dla osób w podeszłym wieku, dla kobiet w ciąży i karmiących, dla niemowląt, dla młodzieży w fazie intensywnego wzrostu, wpływającą na nastrój i wydolność psychofizyczną.</i>
Produkty wpływające istotnie na zdrowie dzięki: <i>hamowaniu rozwoju chorób cywilizacyjnych, osłabianiu dolegliwości w trakcie chorób przewlekłych, poprawnemu żywieniu podczas choroby, oddziaływaniu leczniczemu, dostarczaniu większej ilości składników odżywczych w konkretnych stanach fizjologicznych, opóźnianiu procesów życiowych organizmu</i>	Żywność specjalna i dietetyczna dla: <i>osób z nietolerancjami i alergiami pokarmowymi, osób wymagających projektowania specjalnych diet, osób z zaburzeniami metabolizmu, osób wymagających żywienia długookresowego sondą, dzieci, niemowląt, kobiet w ciąży i karmiących.</i>
Produkty wpływające na wydolność fizyczną organizmu dzięki: <i>polepszeniu samopoczucia psychicznego, wzmoczeniu wydolności umysłowej, dodaniu związków psychoaktywnych, prekursorów neuromediatorów</i>	Produkty wpływające na wydolność fizyczną organizmu dzięki: <i>ułatwieniu w wykonywaniu intensywnego wysiłku fizycznego, zapewnieniu wzmoczonej wydolności umysłowej i fizycznej, osłabianiu przejawów stresu i zmęczenia, poprawie regeneracji organizmu</i>

Źródło: Opracowanie własne na podstawie [36, 59-62, 64]

Tabela 3. Podział żywności funkcjonalnej ze względu na stan wiedzy o efektach zdrowotnych żywności funkcjonalnej

Rodzaje żywności funkcjonalnej	Grupy produktów	Składniki bioaktywne
<p>Żywność o wysokim stanie wiedzy na temat efektów żywieniowych i zdrowotnych (jej spożycie nie powoduje niekorzystnych efektów zdrowotnych).</p>	<p>Produkty bogate lub wzbogacane takimi składnikami:</p>	<ul style="list-style-type: none"> • bakterie fermentacji mlekowej • błonnik pokarmowy • składniki mineralne • nienasycone kwasy tłuszczowe <ul style="list-style-type: none"> • aminokwasy • peptydy • białka
	<p>Produkty posiadające w swym składzie zamienniki sacharozy:</p>	<ul style="list-style-type: none"> • oligosacharydy • wielowodorotlenowe alkohole • białkowe, glikozydowe substancje o intensywnej słodyczy
	<p>Produkty posiadające w swym składzie zamienniki tłuszczu:</p>	<ul style="list-style-type: none"> • białka • oligosacharydy • polisacharydy • alkohole wielowodorotlenowe
<p>Żywność o małym stanie wiedzy na temat efektów żywieniowych i zdrowotnych (jej spożycie może wywoływać wystąpienie efektów zdrowotnych niepożądanych).</p>	<p>Produkty naturalnie zawierające aktywne składniki roślinne (fitozwiązki) lub wzbogacane biologicznie nimi. Wśród fitozwiązków wyróżnia się:</p>	<ul style="list-style-type: none"> • glikozydy • izoprenoidy • tokotrienole • flawonoidy • flawonole • katechiny • kantaksantynę • izotiocyjany <ul style="list-style-type: none"> • saponiny • olejki eteryczne • organizmy zawierające te substancje na skutek modyfikacji genetycznych

Źródło: Opracowanie własne na podstawie [65]

Możliwość uznania danego produktu za żywność funkcjonalną wiąże się z koniecznością przeprowadzenia badań naukowych. Mają one za zadanie wykazać istnienie związku pomiędzy spożytą żywnością a konkretnym efektem prozdrowotnym. Badania wstępne dotyczą poznania mechanizmów funkcjonowania aktywnych składników zawartych w żywności, natomiast właściwe badania żywieniowe przeprowadzane są na zwierzętach oraz modelach *in vitro*, a w ostatecznej fazie na ludziach weryfikują założenia funkcjonalności.

7. Sposoby konserwowania żywności

Rozwój cywilizacyjny oraz globalizacja spowodowały, że konserwowanie żywności stało się nieodzownym elementem jej wytwarzania. Konserwacja żywności jest jednym z elementów zapewnienia jej bezpieczeństwa. Kolejną przyczyną stosowania różnych metod jej utrwalania jest ograniczenie strat żywności podczas niewłaściwego składowania oraz transportu. Dotychczas opracowane metody utrwalania żywności zapewniają wstrzymanie tkankowych procesów biochemicznych, zmian fizycznych i chemicznych. Hamują rozwój drobnoustrojów a także zabezpieczają przed zanieczyszczeniami fizycznymi, chemicznymi i biologicznymi. Należy również podkreślić, że opakowanie a także przechowywanie żywności w odpowiednich komorach również stanowi sposób jej utrwalania.

Zadaniem utrwalania żywności jest wydłużenie jej czasu przydatności do spożycia z zachowaniem określonych cech jakościowych. Dotychczas opracowano wiele metod konserwacji żywności, które przedstawiono w tabeli 4.

Spośród wymienionych metod utrwalania żywności dotychczas najszerzej opracowano fizyczne metody jej konserwacji. Wynika to zarówno z właściwości fizyko-chemicznych i cech organoleptycznych produktu a przede wszystkim z postępu technicznego i technologicznego.

Dzięki rozwojowi nauki w ostatnich latach opracowano nowatorskie metody konserwowania żywności. Zbadano, że promieniowanie jonizujące i UVC wpływa biobójczo, co znalazło zastosowanie do zapewniania sterylnych warunków w miejscach handlu żywnością. Do sterylizacji żywności wykorzystuje się także pole elektromagnetyczne oraz wysokie ciśnienia.

Stosowanie metod konserwacji żywności regulowane jest także odpowiednimi przepisami, ograniczającymi dodawanie związków chemicznych. Tymczasem większość metod chemicznych oraz biologicznych przedstawionych w tabeli 4 stosowano do wytwarzania i utrwalania żywności od wieków.

Tabela 4. Metody utrwalania żywności

Rodzaj metody	Opis metody	Operacje i procesy jednostkowe lub zastosowane czynniki
Metody fizyczne	Termiczne – polegające na zastosowaniu wysokich lub niskich temperatur	<ul style="list-style-type: none"> • chłodzenie • zamrażanie • sterylizacja • pasteryzacja • blanszowanie • tyndalizacja
	Obniżanie aktywności wody przez zmianę temperatur lub innych dodatków substancji powodujących zmianę ciśnienia osmotycznego	<ul style="list-style-type: none"> • suszenie • zagęszczanie (odparowanie; kriokoncentracja; osmoza; dializa; osmoza odwrócona) • dodawanie substancji osmoaktywnych
	Zastosowanie gazów ochronnych w komorach przechowalniczych (modyfikowana atmosfera, kontrolowana atmosfera) lub w pakowaniu żywności	<ul style="list-style-type: none"> • azot • dwutlenek węgla • próżnia
	Promieniowanie	<ul style="list-style-type: none"> • UVC • jonizujące
	Elektromagnetyczne polegające na zastosowaniu właściwości pola elektromagnetycznego	<ul style="list-style-type: none"> • pulsujące pola elektryczne • pulsujące pola magnetyczne
	Zastosowanie wysokich ciśnień	<ul style="list-style-type: none"> • ultrawysokie ciśnienia (UHP) • wysokie ciśnienia (HHP)
Metody chemiczne	Dodawanie substancji chemicznych do roztworu konserwującego	<ul style="list-style-type: none"> • marynowanie • dodawanie kwasów nieorganicznych • peklowanie • inne chemiczne środki konserwujące (antyseptyki, antybiotyki)
	Dodawanie substancji chemicznych do atmosfery, w której przebiega proces	<ul style="list-style-type: none"> • wędzenie
Metody biologiczne	Procesy fermentacji przebiegające pod wpływem działania drobnoustrojów	<ul style="list-style-type: none"> • fermentacja mlekowa • fermentacja octowa • fermentacja propionowa

Źródło: Opracowanie własne na podstawie [66÷69]

8. Podsumowanie

Zastosowanie różnych procesów przetwórczych wpływa na jakość żywności, a tym samym na jej biodostępność i właściwości zdrowotne. Budowany trend spożywania żywności o określonych funkcjach, sprawia, że rynek produktów funkcjonalnych szybko się rozwija. Postęp cywilizacyjny doprowadził do szybkiej wymiany informacji a także do globalnego handlu żywnością. Sytuacja ta również wpłynęła na rozwój metod utrwalania żywności, zapewniających jej bezpieczeństwo i dłuższy termin przydatności do spożycia.

Rozwój wiedzy w zakresie rzeczywistego wpływu spożywanej żywności jest wymiernym dowodem na postęp cywilizacyjny człowieka. Obecnie obserwowany tzw. „powrót do natury” w produkcji żywności jest niczym innym, jak jedynie bardziej świadomym wykorzystywaniem potencjału kryjącego się w zwykłej, a jednak niezwykłej żywności.

Literatura

1. Leatherhead food research report, *Future directions for the global functional foods market*, 2016
2. Diebolt C., Hauptert, M., *Handbook of Cliometrics*. Springer Reference, 2016, ISBN: 978-3-642-40405-4, 33-54
3. Galanakis C. M., *Innovation Strategies in the Food Industry: Tools for Implementation*, Elsevier, 2016, ISBN: 978-0-12-803751-5, 35-150
4. Pouliot Y., Conway V., Leclerc P. L., *Separation and Concentration Technologies in Food Processing. W: Food Processing: Principles and Applications*, Second Edition. Blackwell Publishing, 2014, 33-60
5. Chemat F., Rombaut N., Sicaire A. G., Meullemiestre A., Fabiano-Tixier A. S., Abert-Vian M., *Ultrasound assisted extraction of food and natural products. Mechanisms, techniques, combinations, protocols and applications. A review*, *Ultrasonics Sonochemistry*, 2017, 34, 540-560
6. Kutz M., *Handbook of Farm, Dairy and Food Machinery Engineering*, Second Edition, Elsevier, 2013, ISBN: 978-0-12-385881-8, 20-377
7. Chen X. D., Mujumdar A. S., *Drying Technologies in Food Processing*, Blackwell Publishing, 2008, ISBN-13: 978-1-4051-5763-6, 2-297
8. Ranganathan K., Subramanian V., Shanmugam N., *Effect of Thermal and Nonthermal Processing on Textural Quality of Plant Tissues*, *Critical Review Food Science Nutrition*, 2016, 56, 2665-2694
9. Aider M., de H., *Cryoconcentration technology in the bio-food industry: Principles and applications*, *LWT – Food Science Technology*, 2009, 42, 679-685
10. Brennan J. G., Grandison A. S., *Food Processing Handbook*, 2nd Ed. Vol 1., John Wiley & Sons, 2012, ISBN: 978-3-527-32468-2, 31-513
11. Earle R., Earle M., *Fundamentals of Food Reaction Technology*, RS-C, 2003, ISBN: 978-1-90400-753-1, 4-62
12. Jeantet R., Croguennec T., Schuck P., Brulé G., *Handbook of Food Science and Technology* 3, Wiley, 2016, ISBN: 978-1-84821-932-8, 27-190

13. Singh J., Colussi R., McCarthy O. J., Kaur L., *Potato Starch and Its Modification*, W: *Advances in Potato Chemistry and Technology*: Second Edition, Elsevier, 2016, 195-247
14. Ustawa z dnia 5 grudnia 2014 r. o zmianie ustawy o rolnictwie ekologicznym
15. Ustawa z dnia 25 czerwca 2009 r. o rolnictwie ekologicznym
16. Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 22 listopada 2010 r. w sprawie dozwolonych substancji dodatkowych
17. Duvnjak D., Pantić M., Pavlović V., Nedović V., Lević S., Matijašević D., Sknepnek A., Nikšić M., *Advances in batch culture fermented Coriolus versicolor medicinal mushroom to produce antibacterial compounds*, *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, 2016, 34, 1-8
18. Schulze C., Wetzel M., Reinhardt J., Schmidt M., Felten L., Mundt S., *Screening of microalgae for primary metabolites including β -glucans and the influence of nitrate starvation and irradiance on β -glucan production*, *Journal Applied Phycology*, 2016, 28, 2719-2725
19. Proctor A., *Alternatives to Conventional Food Processing*, RSC Publishing, 2011, ISBN: 978-1-84973-037-2, 93-415
20. Mertz D.P., *Civilization diseases: A historical review*, *Medicine Welt*. 2008, 59(3-4), 113-5
21. Manigandan T., Mangaiyarkarasi S. P., Hemalatha R., Hemalatha V. T., Murali N. P., *Probiotics, prebiotics and synbiotics – A review*, *Biomedical and Pharmacology Journal*, 2012, 5(2), 295-304
22. Yu A., Li L., *The potential role of probiotics in cancer prevention and treatment*, *Nutrition and Cancer*, 2016, 68(4), 535-44
23. Rodriguez-Casado A., *The health potential of fruits and vegetables phytochemicals: Notable examples*, *Critical Review in Food Science and Nutrition*, 2016, 56(7), 1097-107
24. Zhang Y., Gan R., Li S., Zhou Y., Li A., Xu D., Li H., Kitts D.D., *Antioxidant phytochemicals for the prevention and treatment of chronic diseases*, *Molecules*, 2015, 20(12), 21138-56
25. Baena Ruiz R., Salinas Hernández P., *Cancer chemoprevention by dietary phytochemicals, Epidemiological evidence*, *Maturitas*, 2016, 94, 13-9
26. Harasym J., Ołędzki R., *Effect of fruit and vegetable antioxidants on total antioxidant capacity of blood plasma*, *Nutrition*, 2014, 30(5), 511-7
27. Bičíková V., Sosvorová L., Bradáč O., Pán M., Bičíková M., *Phytoestrogens in menopause: Working mechanisms and clinical results in 28 patients*, *Ceska Gynekologia*, 2012, 77(1), 10-4
28. Park Y. H., *Strategy for noncommunicable disease control and prevention*, *Journal of Korean Medical Association*, 2014, 57(10), 808-14
29. Onofri E., Mercuri M., Tadonkeng M. C., *Use of phytotherapy in relation to conventional medicines: Habits and beliefs*, *Gazzetta Medica Italiana Archivio per la Scienze Mediche*, 2016, 175(1-2), 27-33
30. Lee H., Park W. J., *Unsaturated fatty acids, desaturases, and human health*, *Journal of Medicinal Food*, 2014, 17(2), 189-97
31. Hernáez A., Farràs M., Fitó M., *Olive oil phenolic compounds and high-density lipoprotein function*, *Current Opinion in Lipidology*, 2016, 27(1), 47-53
32. Gylling H., Plat J., Turley S., Ginsberg H. N., Ellegård L., Jessup W., Jones P. J., Lütjohann D., Maerz W., Masana L., Silbernagel G., Staels B., Borén J., Catapano A. L., De Backer G., Deanfield J., Descamps O. S., Kovanen P. T., Riccardi G., Tokgözoğlu L., Chapman M. J.,

- Plant sterols and plant stanols in the management of dyslipidaemia and prevention of cardiovascular disease*, *Atherosclerosis* 2014, 232(2), 346-60
33. Zou, Y., Liao D., Huang H., Li T., Chi H., *A systematic review and meta-analysis of beta-glucan consumption on glycaemic control in hypercholesterolemic individuals*, *International Journal of Food Science and Nutrition*, 2015, 66(4), 355-62
 34. Schmidt M., *Soy isoflavones for the relief of menopausal symptoms*, *Deutsch Apotheker Zeitung*, 2008, 148(32), 45-51
 35. Krygier K., Florowska A., *Żywność funkcjonalna obecnie i w przyszłości*, *Przemysł Spożywczy*, 2008, 5, 2-6
 36. Świdzki F., *Żywność wygodna i żywność funkcjonalna*, 2006, WNT, Warszawa
 37. <http://research.ncl.ac.uk/nefg/QOF/page.php?page=1>
 38. Średnicka-Tober D., Barański M., Seal C., Sanderson R., Benbrook C., Steinsham H., Gromadzka-Ostrowska J., Rembiałkowska E., Skwarło-Sońta K., Eyre M., Cozzi G., Krogh Larsen M., Jordon T., Niggli U., Sakowski T., Calder P. C., Burdge G. C., Sotiraki S., Stefanakis A., Yolcu H., Stergiadis S., Chatzidimitriou E., Butler G., Stewart G., Leifert C., *Composition differences between organic and conventional meat: A systematic literature review and meta-analysis*, *British Journal of Nutrition*, 2016, 115(6), 994-1011
 39. Biegańska-Marecik R., Czapski J., *Porównanie przydatności odmian jabłek do produkcji plastrów o małym stopniu przetworzenia*, *Acta Scientiarum Polonorum, Technologia Alimentaria*, 2003, 2 (2), 115-127
 40. Czapski J., *Czy nowe znaczy bezpieczne?*, *Przemysł Spożywczy*, 2007, 4, 12-15
 41. Martins C. G., Behrens J. H., Destro M. T., Franco B. D. G. M., Vizeu D. M., Hutzler B., Landgraf M., *Gamma radiation in the reduction of Salmonella spp. inoculated on minimally processed watercress (Nasturtium officinalis)*, *Radiation Physics and Chemistry*, 2004, 71, 87-91
 42. Pietrzyk S., *Żywność minimalnie przetworzona*, *Laboratorium Przemysłowe*, 2008, 11, 18-23
 43. Kowalska H., *Żywność minimalnie przetworzona-owoce i warzywa*, *Przemysł Spożywczy*, 2006, 6, 24-31
 44. Szwejdka J., Czapski J., *Warzywa minimalnie przetworzone a skażenie mikrobiologiczne*, *Przemysł Fermentacyjny i Owocowo-Warzywny*, 2007, 5, 21-23
 45. Nowicka P., Wojdyło A., Oszmiański J., *Zagrożenia powstające w żywności minimalnie przetworzonej i skuteczne metody ich eliminacji*, *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2014, 2 (93), 5-18
 46. McLachlan T., *History of food processing*, *Progress in Food and Nutrition Science*, 1975, 1(7-8), 461-91
 47. DiNicolantonio J. J., Lucan S. C., *The wrong white crystals: Not salt but sugar as aetiological in hypertension and cardiometabolic disease*, *Open Heart*, 2014, 1(1)
 48. Melnik B. C., John S. M., Schmitz G., *Over-Stimulation of insulin/IGF-1 Signaling by Western Diet May Promote Diseases of Civilization: Lessons Learnt from Laron Syndrome*, *Nutrition and Metabolism*, 2011, 8
 49. Levrat-Verny M., Coudray C., Bellanger J., Lopez H. W., Demigné C., Rayssiguier Y., Rémésy C., *Wholewheat flour ensures higher mineral absorption and bioavailability than white wheat flour in rats*, *British Journal of Nutrition*, 1999, 82(1), 17-21
 50. Amin F., Gilani A. H., *Fiber-free white flour with fructose offers a better model of metabolic syndrome*, *Lipids Health Diseases*, 2013, 12(1)

51. Raj S. E., Mei T. L., Redzuan A. M., *Dietary salt intake: History, assessment, and benefit in hypertensive treatment*, Asian Journal of Pharmaceutical and Clinical Research 2016, 9, 39-42
52. Kummerow F. A., *Improving hydrogenated fat for the world population*, Prevention and Control, 2005, 1(2), 157-64
53. Kummerow F. A., *The negative effects of hydrogenated trans fats and what to do about them*, Atherosclerosis, 2009, 205(2), 458-65
54. Juul F., Hemmingsson E., *Trends in consumption of ultra-processed foods and obesity in sweden between 1960 and 2010*, Public Health Nutrition, 2015, 18(17), 3096-107
55. Kudelka W., *Innowacyjny segment żywności wspierającej zdrowie człowieka*, Nierówności społeczne a wzrost gospodarczy, 2011, 18, 290-302
56. Bogacz A., *Napoje funkcjonalne – zdrowie, żywienie, marketing. Cz. 1. Napoje funkcjonalne – szansa dla producentów i konsumentów*, Przemysł Fermentacyjny i Owocowo-Warzywny, 2006, 11, 30-31
57. Karwowska A., Bogacz A., *Żywność funkcjonalna w Polsce – dziś i jutro*, Przemysł Fermentacyjny i Owocowo-Warzywny, 2007, 12, 22
58. Gawęcki J., *Żywność nowej generacji a racjonalne żywienie*, Żywność Nauka Technologia Jakość, 2002, 4, 5-17
59. Piesiewicz H., *Żywność funkcjonalna – dyskusyjnie*, Przegląd Piekarski i Cukierniczy, 2008, 2, 32-34
60. Górecka D., *Nowe kierunki produkcji żywności funkcjonalnej i instrumenty jej promocji*, Przemysł Spożywczy, 2007, 6, 20-23
61. Krygier K., *Żywność funkcjonalna – żywność XXI wieku*, Przemysł Spożywczy, 2002, 4, 2-4
62. Krygier K., Marciniak-Łukasik K., *Charakterystyka kwasów omega 3 i ich zastosowanie w żywności funkcjonalnej*, Przemysł Spożywczy, 2004, 12, 32-36
63. Grajek H., *Biotechnologia w produkcji żywności*, [w]: *Kompendium wiedzy o żywności, żywieniu i zdrowiu*, red. Gawęcki J., Mossor-Pietraszewska T., 2008, Wyd. Naukowe PWN, Warszawa, 85-156
64. Krajewski K., *Przyczyny, kierunki rozwoju i segmentacja rynku żywności prozdrowotnej na tle doświadczeń światowych*, Żywność, Nauka, Technologia, Jakość, 1999, 4(21), 150-167
65. Janicki A., *Wartość odżywcza żywności funkcjonalnej*, Żywność, Nauka, Technologia, Jakość, 1999, 4(21), 33-39
66. Lada E. H., *Podstawy przetwórstwa spożywczego*, WSiP, Warszawa 2008, ISBN: 978-83-02-10126-7, 74-100
67. Huang H. W., Wu S. J., Lu J. K., Shyu Y. T., Wang C. Y., *Status and future trends of high-pressure processing in food industry*, Food Control, 2017, 72, Part A, 1-8
68. Ramesh T., Nayak B., Amirbahman A., Tripp C.P., Mukhopadhyay S., *Application of ultraviolet light assisted titanium dioxide photocatalysis for food safety: A review*, Innovative Food Science and Emerging Technologies, 2016, 38, 105-115
69. Siddiqui M. W., *Eco-Friendly Technology for Postharvest Produce Quality*, Elsevier, 2016, ISBN: 978-0-12-804313-4, 39-183

Postęp cywilizacyjny w produkcji żywności – od żywności tradycyjnej do żywności funkcjonalnej

Nie ma niczego bardziej związanego z człowiekiem na każdym etapie jego rozwoju cywilizacyjnego jak żywność. Niezbędna do życia, a jednak wciąż nie doceniana pod względem wpływu na dobrostan człowieka przechodzi ewolucję od rewolucyjnych zmian aż do powrotu do korzeni. W niniejszym artykule przedstawiono przegląd wiedzy na temat metod wytwarzania żywności, powstania przemysłu spożywczego, rozwoju wiedzy na temat wartości odżywczych żywności, wpływu tej wiedzy na dalszy rozwój poszczególnych segmentów przemysłu spożywczego. Dodatkowo przedstawiono zmiany w charakterystyce i składzie samej żywności począwszy od żywności nieprzetworzonej, przez wysoko oczyszczoną, po minimalnie przetworzoną, wzbogaconą i funkcjonalną.

Słowa kluczowe: żywność, żywność minimalnie przetworzona, żywność wysoko przetworzona, żywność funkcjonalna.

The civilization progress in the production of food – from traditional foods to functional foods

There is nothing more associated with a man at every stage of the development of civilization as food. Essential to life, but still not appreciated in terms of impact on human welfare is evolving from the revolutionary changes until return to the roots. This article presents an overview of knowledge on methods of food production, the creation of the food industry, the development of knowledge about the nutritional value of food, the impact of this knowledge on the further development of individual segments of the food industry. In addition, we present the changes in the characteristics and composition of foods starting from unprocessed foods, through the highly purified, upto minimally processed, enriched and functional.

Keywords: food, minimally processed foods, highly processed foods, functional food.

Rozwój biogazowni rolniczych w województwie podlaskim

1. Wstęp

W myśl dyrektywy Unii Europejskiej z dnia 23 kwietnia 2009 roku w sprawie promowania energii ze źródeł odnawialnych, Polska jako kraj członkowski zobowiązała się do zwiększenia udziału odnawialnych źródeł energii w ogólnym zużyciu energii. W tym celu zainicjowano wiele przedsięwzięć związanych z tworzeniem biogazowni rolniczych w województwie podlaskim. Planowane i istniejące inwestycje mają na celu zwiększenie ilości energii produkowanej z bioodpadów.

2. Cel pracy

Celem pracy jest wskazanie liczby i rozmieszczenia biogazowni, rodzaju wytwarzanego w nich paliwa i produktywności istniejących oraz planowanych biogazowni rolniczych w województwie podlaskim, a także zarysu działalności biogazowni rolniczej i jej części składowych.

3. Produkcja biogazu

3.1. Schemat powstania biogazu

Biogaz jest to produkt beztlenowej fermentacji związków organicznych takich jak: celuloza, węglowodany, białek czy skrobi. Głównymi składnikami biogazu są dwutlenek węgla i metan (około 60%), a jego wartość opałowa wynosi około 35,8 MJ/m³ [1]. Biogaz jest źródłem energii łatwo dostępnej i nieszkodliwej dla środowiska. Jednak przy jego produkcji mogą powstawać substancje odorowe. Biogaz jest również

¹ e.szatyłowicz@doktoranci.pb.edu.pl, Koło Młodych Polskiego Zrzeszenia Inżynierów i Techników Sanitarnych przy Politechnice Białostockiej, Wydział Budownictwa i Inżynierii Środowiska, Politechnika Białostocka, www.pb.edu.pl

² iwona.barszczewska@onet.pl, Koło Młodych Polskiego Zrzeszenia Inżynierów i Techników Sanitarnych przy Politechnice Białostockiej, Wydział Budownictwa i Inżynierii Środowiska, Politechnika Białostocka, www.pb.edu.pl

³ paulinamielniczuk93@wp.pl, Koło Młodych Polskiego Zrzeszenia Inżynierów i Techników Sanitarnych przy Politechnice Białostockiej, Wydział Budownictwa i Inżynierii Środowiska, Politechnika Białostocka, www.pb.edu.pl

⁴ natalaworoniecka@gmail.com, Koło Młodych Polskiego Zrzeszenia Inżynierów i Techników Sanitarnych przy Politechnice Białostockiej, Wydział Budownictwa i Inżynierii Środowiska, Politechnika Białostocka, www.pb.edu.pl

łatwopalny, a w niektórych sytuacjach wybuchowy [1]. Na proces powstawania biogazu składa się z wielu etapów degradacji materii organicznej. W pierwszym z nich (faza hydrolizy) w wyniku hydrolizy rozkładane są związki takie jak węglowodany, białka. Dzięki bakteriom powstają prostsze związki polimeryczne jak: cukry, aminokwasy i kwasy tłuszczowe. Kolejnym etapem przemian związków odpadowych jest zakwaszanie – faza acydogenna. Bakterie syntezują kwasy organiczne a obok kwasów pojawiają się alkohole, ditlenek węgla, wodór, siarkowodór. Trzeci etap to acetogeneza – bakterie przetwarzają lotne kwasy tłuszczowe i etanol w kwas octowy. Ostatnim etapem jest metanogeneza, podczas której produkowany jest metan przez bakterie metanowe [1].

3.2. Schemat oraz lokalizacja biogazowni

Lokalizacja biogazowni zależy od wielu czynników takich jak: dostępność substratów, łatwość sprzedaży energii elektrycznej i ciepłej, zagospodarowanie substancji pofermentacyjnej. Ważne są również odległości pomiędzy poszczególnymi urządzeniami i budynkami gospodarczymi. Czynniki te mają wpływ na wielkość działki pod zabudowę [2]. Możliwość założenia biogazowni na danym terenie zależy również od akceptacji społeczeństwa, planu zagospodarowania terenu, występowania obszarów chronionych czy zgody gminy na powstanie danego obiektu [3]. W skład biogazowni wchodzi szereg obiektów i urządzeń. Do zasadniczych należy zaliczyć: magazyn substratów, zbiornik mieszający, komorę fermentacji, urządzenie do oczyszczania biogazu, zbiornik na biogaz, silnik kogeneracyjny, zbiornik na substancję pofermentacyjną, pochodnia, pomieszczenia z aparaturą kontrolno-pomiarową [2].

W urządzeniu do oczyszczania biogazu usuwa się głównie parę wodną, siarkowodory i ditlenek węgla. Związki te zmniejszają wartość opałową biogazu, ograniczają jego dalsze wykorzystanie i mają działanie korozyjne na urządzenia [4].

Spalając biogaz w silnikach kogeneracyjnych wytwarza się jednocześnie energię elektryczną i ciepłą. Silniki te mogą służyć również do generowania chłodu. Zaletą wykorzystywania takich silników jest duża sprawność energetyczna, dobór na potrzeby odbiorcy, bezosobowa eksploatacja, niska emisja gazów, małe straty energii [1].

Substancja pofermentacyjna, która może być dalej wykorzystana, jest przechowywana w specjalnych zbiornikach jeżeli spełnia określone normy zawartości metali ciężkich i normy sanitarne. Ewentualne wykorzystanie pofermentu w celu nawożenia roślin oraz ochrony roślin uprawnych przed chwastami, szkodnikami owadzimi czy patogenami grzybowymi, bakteryjnymi i wirusowymi znajduje się w fazie badań [4]. Istnieją próby wykorzystania pofermentu w oczyszczaniu wód, ale obawy budzić może eutrofizujące oddziaływanie pofermentu na zbiorniki wodne. Poferment można wykorzystać do nawożenia upraw rolnych i użytków zielonych. Poważną wadą utrudniającą szeroką dystrybucję i wykorzystanie pofermentu jest duża zawartość wody [4].

Pochodnia służy do awaryjnego spalania nadmiaru biogazu. Powinna ona być zaprojektowana w taki sposób, aby w razie awarii mogła spalić całą ilość biogazu znajdującego się w zbiorniku na biogaz [4].

Zbiorniki na biogaz wykonane są najczęściej z polimeru poliwinylowego (PVC) lub tworzyw poliuretanowych. Na rynku dostępne są zbiorniki dwumembranowe lub trójmembranowe o kształcie półkuli. Są one umieszczane jako bufor przed urządzeniami używającym biogazu, jak silniki kogeneracyjne, kotły lub pochodnie [1].

Najważniejszym elementem całego układu jest komora fermentacyjna. To w niej zachodzą wszystkie procesy beztlenowej fermentacji [1]. W przypadku małych biogazowni rolniczych stosowane są zbiorniki poziome. W takim typie komór biomasa jest mieszana za pomocą mieszadła z łopatkami, które zapewnia również przepływ substratu. Ze względu na wymagane temperatury (35-45°C) prowadzenia fermentacji metanowej komory muszą być specjalnie ocieplane z zewnątrz, a wewnątrz na ścianach lub podłodze instalowane są wymienniki ciepła. Istotnym elementem budowy komory fermentacyjnej jest dach. Wykonywany jest on z gazoszczelnej plandeki i służy za zbiornik biogazu [1].

3.3. Substraty

Substraty wykorzystywane w biogazowniach rolniczych na terenach wiejskich są najczęściej pozyskiwane w ich najbliższym otoczeniu. Rodzaj i pochodzenie produktów do produkcji biogazu zależy przeważnie od działalności na jaką nastawione są gospodarstwa rolne w okolicach biogazowni (lub w jej bezpośrednim sąsiedztwie). Fermy zajmujące się hodowlą bydła, trzody chlewnej czy ptactwa wykorzystują produkty pochodzenia zwierzęcego w postaci obornika lub gnojowicy [5]. Natomiast gospodarstwa rolne ukierunkowane na uprawę roślin substrat niezbędny w produkcji biogazu pozyskują z takich produktów rolnych, jak zboża, rośliny okopowe lub trawy. Istnieje możliwość przeróbki powyższych płodów rolnych w celu zwiększenia ich wydajności w procesach fermentacyjnych poprzez np.: poprzez uzyskiwanie na kiszonki kukurydziane. Należy pamiętać, że tylko duże gospodarstwa rolne (dawne PGR lub takie o dużym pogłowie zwierząt hodowlanych lub licznych gruntach ornych) są w stanie zapewnić wystarczającą ilość substratu dla własnych biogazowni [5].

Na terenach wiejskich często zlokalizowane są przedsiębiorstwa zajmujące się przetwórstwem rolno-spożywczym lub mięsnym. Odpady powstałe w procesach produkcyjnych zapewniają doskonale dodatkowe źródło substratu dla biogazowni [6].

Tabela 1. Charakterystyka wybranych roślin oraz wybranych produktów ubocznych pod kątem wytwarzania i wydajności produkcji biogazu [7]

Podłoże	Zawartość suchej masy (%)	Zawartość suchej masy organicznej (%)	Wydajność produkcji biogazu (m ³ /t s.m.o.)	Zawartość metanu CH ₄ (% obj.)
Naturalne nawozy				
Gnojowica bydła	8-11	75-82	200-500	60
Gnojowica świń	ok. 7	75-86	300-700	60-70
Obornik bydła	ok.25	68-76	210-300	60
Obornik świń	20-25	75-80	270-450	60
Obornik kurzy	ok.32	63-80	250-450	60
Rośliny				
Kiszzonka kukurydzy	20-35	85-95	450-700	50-55
Żyto	30-35	92-98	550-680	ok. 55
Kiszzonki traw	25-50	70-95	550-620	54-5
Produkty uboczne pochodzące z przemysłu rolniczego				
Wysłodziny browarniane	20-25	70-80	580-750	59-60
Wywar zbożowy	6-8	83-88	430-700	58-65
Wywar ziemniaczany	6-7	85-95	400-700	58-65
Wytłoki owocowe	25-45	90-95	590-660	65-70
Inne substraty do biogazowni				
Odpady sklepowe	5-20	80-90	400-600	60-5
Treść żołądkowa	12-15	75-86	250-450	60-75
Trawa				
Skoszona trawa	ok. 12	83-92	550-680	55-65

4. Biogazownie rolnicze

Województwo podlaskie nie należy do czołowych producentów biogazu. Pomimo tego, dzięki dotacjom uzyskanym z Unii Europejskiej, inicjatywie lokalnych władz samorządowych oraz indywidualnych inwestorów potencjał województwa zostaje coraz bardziej doceniany, co znajduje odzwierciedlenie w rosnącej liczbie nowo tworzonych biogazowni. W ciągu ostatnich kilku lat województwo podlaskie wzbogaciło się o trzy nowe biogazownie rolnicze, a kilka kolejnych jest w fazie planowania (Rys. 1).



Rysunek 1. Rozmieszczenie istniejących i planowanych biogazowni rolniczych w województwie podlaskim [opracowanie własne]

Tabela 2. Tabełaryczne zestawienie biogazowni rolniczych w województwie podlaskim

Biogazownia	Roczna wydajność instalacji do wytwarzania biogazu rolniczego (m ³ /rok)	Zainstalowana elektryczna moc układu (MWe)	Główne substraty
Ryboły	438000	1,000	Obornik kurzy, kiszonka z kukurydzy
Michałowo	366000	0,950	Kiszonka z kukurydzy, trawa, obornik, gnojowica
Sokółka	3338700	0,999	Pomiot kurzy, obornik bydłocy, odpady z uboju drobiu
Wojny-Wawrzyńce	4555000	1,200	Kukurydza, żyto hybrydowe, sianokiszonka, słoma

Największym producentem biogazu na rynku europejskim są Niemcy. Funkcjonuje w tym kraju ponad 4,5 tysiąca biogazowi. Energetyka biogazowa jest również dobrze rozwinięta w krajach takich jak: Dania, Szwecja, Szwajcaria czy Austria. Polska należy

do krajów, w których następuje dynamiczny rozwój sektora biogazu rolniczego. Pod względem produkcji biogazu Polska znajduje się na 14 miejscu w Unii Europejskiej [17].

W Polsce na przestrzeni kilku ostatnich lat następuje dynamiczny rozwój biogazowni rolniczych. Ich liczba stale się zwiększa. Najwięcej biogazowni (12 szt.) powstało na terenie województwa zachodniopomorskiego. W województwie małopolskim, świętokrzyskim i opolskim zlokalizowanych jest po jednej biogazowni. Na terenie województwa podlaskiego funkcjonują 4 biogazownie. Pod względem rocznej wydajności instalacji do wytwarzania biogazu podlaskie zajmuje piąte miejsce w kraju [18].

4.1. Ryboły

Biogazownia w Rybołach w gminie Zabłudów była pierwszą inwestycją tego typu w województwie podlaskim. Jej oficjalne otwarcie miało miejsce 11 września 2014r. Inwestorem jest spółka Adler Biogaz, której założyciele są właścicielami dużego gospodarstwa rolnego zapewniającego stałą dostawę substratów do produkcji biogazu. Koszt budowy biogazowni to ponad 12 mln zł. Inwestycja otrzymała dotacje unijne z regionalnego programu Operacyjnego Województwa Podlaskiego w wysokości ponad 4 mln zł oraz dotację z samorządu województwa w wysokości blisko 800 tys. zł [8].

Biogazownia zlokalizowana jest przy drodze krajowej nr 19 Białystok – Lublin w miejscowości Ryboły (Rys. 2). Na wybór lokalizacji biogazowni wpływ miał łatwy dostęp do substratów do produkcji biogazu oraz bliskość elektroenergetycznej sieci przesyłowej, do której sprzedawana jest produkowana energia elektryczna. Istotnym czynnikiem była również możliwość zagospodarowania powstającego ciepła na potrzeby własne gospodarstwa, ale również wykorzystania go do ogrzania pobliskich budynków mieszkalnych. Jako substraty do produkcji biogazu używane są produkty pochodzące z gospodarstwa rolnego właścicieli biogazowni, głównie obornik kurzy i kiszonka z kukurydzy. Zastosowanie obornika w produkcji biogazu pozwoliło na zmniejszenie uciążliwości zapachowych gospodarstwa dla otoczenia. Biogazownia dokupuje również wycierkę ziemniaczaną, która jest odpadem poprodukcyjnym zakładu Pepees z Łomży [8].

W skład biogazowni wchodzi zbiornik zasypowy (podajnik), który służy do przyjmowania substratu oraz układ do podawania substratów do komór fermentacyjnych. Na terenie obiektu zlokalizowane są trzy zbiorniki nakryte kopułami z grubej folii. Dwa z nich to komory fermentacyjne o średnicy 30 m i wysokości 6m. Trzeci zbiornik o średnicy 32 m i wysokości 8m jest zbiornikiem pofermentacyjnym. Zbiorniki pełnią również funkcje magazynów biogazu, który zbiera się nad substratem i wypełnia przestrzeń elastycznych kopuł. Wszystkie trzy zbiorniki połączone są ze sobą podziemnym systemem rur. Biogaz oczyszczany jest na filtrach węglowych, a następnie spalany w dwóch silnikach kogeneracyjnych o mocy 600 kW i 400 kW. Nadmiar biogazu jest spalany w pochodni awaryjnej. Biogazownia posiada stację transformatorową do pomiaru i przekazania wyprodukowanej energii elektrycznej do sieci

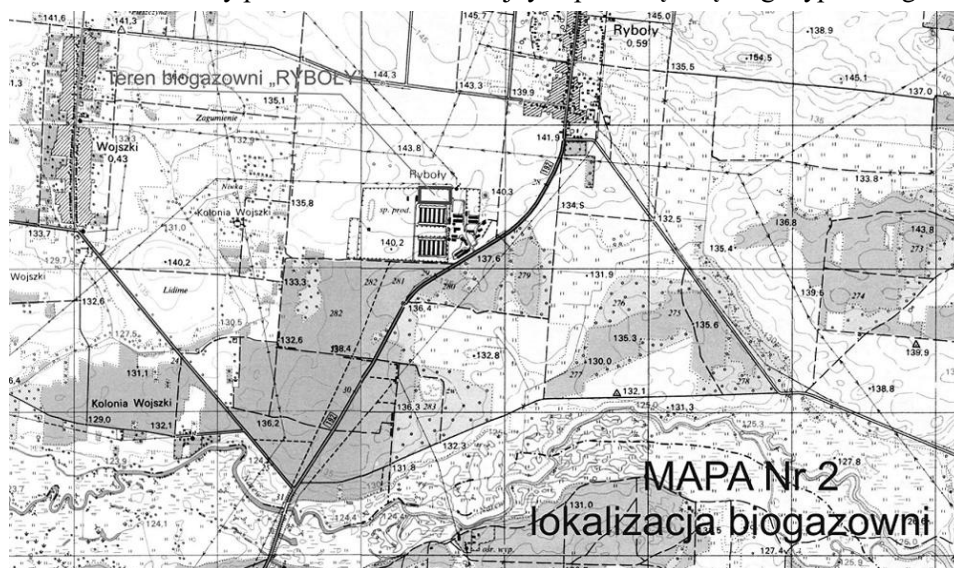
przesyłowej. Na wyposażeniu obiektu jest również agregat prądotwórczy, który zasila instalację w przypadku przerw w dostawie prądu [8].

W opisywanej biogazowni substraty trafiają do szczelnych komór fermentacyjnych, gdzie w temperaturze 38-43°C ulegają fermentacji beztlenowej. Produkowana energia elektryczna przekazywana jest do sieci przesyłowej. Natomiast energia cieplna wykorzystywana jest na potrzeby własne biogazowni oraz obiektów należących do gospodarstwa rolnego. Powstający po procesie poferment, który nie ma już charakterystycznego dla gnojowicy czy obornika zapachu, wykorzystywany jest jako nawóz organiczny.

Dziennie produkowane jest około 11000-11600 m³ biogazu. Do jego produkcji zużywane jest 37 ton kiszonki z kukurydzy oraz 3 tony obornika kurzego. Wielkość produkcji energii elektrycznej szacowana jest na 23-24 MWh/dzień. Na wyprodukowanie 1MWh zużywane jest 480 m³ biogazu [8].

Biogazownia spełnia co najmniej dwa cele: ekonomiczny i ekologiczny. Sprzedaż produkowanej energii elektrycznej i ciepłej pozwala na osiągnięcie zysków i opłacalności inwestycji. Tworzone są miejsca pracy, a gospodarstwa rolne mają szansę rozwoju. Dzięki budowie biogazowni zwiększa się udział energii ze źródeł odnawialnych w ogólnym bilansie energetycznym kraju. Biogazownia pozwala ograniczyć problem uciążliwych odpadów z gospodarstw rolnych i uzyskanie nawozu o lepszych właściwościach niż surowy obornik czy gnojowica [8].

Biogazownia w Rybołach była pierwszą tego typu inwestycją w województwie podlaskim i zdecydowanie przyczyniła się do promocji miejscowości jak i całej Gminy Zabłudów. Inwestorzy przetarli szlaki dla kolejnych przedsięwzięć tego typu w regionie.



Rysunek 2. Mapa przedstawiająca lokalizację biogazowni rolniczej w Rybołach [8]

4.2. Michałowo

Biogazownia rolnicza w Michałowie (Rys. 3) została otwarta w listopadzie 2015 roku. Budowy i rozruchu podjęła się firma agriKomp Polska. Zgodnie z rejestrem biogazowni rolniczych prowadzonym przez Agencję Rynku Rolnego, roczna wydajność instalacji do wytwarzania biogazu rolniczego w Michałowie wynosi 1 893 000 m³/rok [9].

Biogazownia skierowana jest na produkcję energii elektrycznej oraz ciepła dzięki zainstalowanemu modułowi kogeneracyjnemu o mocy elektrycznej 600 kW i mocy cieplnej 595 kW. Wyprodukowany w ten sposób prąd ma być odbierany przez operatora tamtejszej sieci na zasadach sprzedaży. Ciepło ma posłużyć miastu do wielu celów, między innymi do ogrzewania obiektu miejskiego basenu, a także lokalnego zespołu szkół [9].

W skład zastosowanych technologii w biogazowni wchodzi między innymi:

- dwa silniki o mocy 250 kw;
- jeden fermentor o pojemności 1880 m³;
- jeden dofermentor o pojemności 2280 m³;
- zbiornik końcowy o pojemności 3960 m³.

Jako substrat w biogazowni wykorzystywane są naturalne surowce zielone między innymi kiszonka z kukurydzy. Inny z substratów będzie dostarczany przez Polskie Towarzystwo Ochrony Ptaków w postaci trawy powstałej z wykaszania łąk. W biogazowni użyte zostaną również tradycyjne substraty charakterystyczne dla obszarów wiejskich takie jak obornik i gnojowica (niezbędna do przeprowadzenia prawidłowego procesu fermentacji) pochodzące z okolicznych gospodarstw rolnych, a także odpady organiczne z przemysłu spożywczego, np. z przetwórstwa owoców i warzyw [9].

Koszt budowy biogazowni to ponad 10,1 mln zł. Pomoc w postaci pożyczki wielkości 2,5 mln zł trafiła do puli przeznaczonej na inwestycję z Wojewódzkiego Funduszu Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej w Białymstoku. Do źródeł finansowania biogazowni rolniczej zalicza się również dofinansowanie z Regionalnego Programu Operacyjnego Województwa Podlaskiego [9].

Biogazownia rolnicza w Michałowie to 62 obiekt tego typu w Polsce.

4.3. Wojny-Wawrzyńce

Kolejna biogazownia rolnicza o mocy 1,2 MW powstała w 2014 roku w miejscowości Wojny-Wawrzyńce. Beneficjentem tego przedsięwzięcia została spółka CHP Energia Sp. z o. o. Koszty budowy wyniosły ponad 16,5 mln zł. Inwestycję poprzez dofinansowanie w wysokości ponad 9 mln zł wspomógł Europejski Fundusz Rozwoju Europejskiego oraz budżet państwa (w wysokości około 900 tys. zł) [11].



Rysunek 3 Widok zbiorników fermentacyjnych w biogazowni rolniczej w Michałowie [10]

Biogazownia wykorzystuje różnego rodzaju substraty. Pozyskuje je przeważnie od podlaskich rolników. Obecnie prowadzona jest kontraktacja upraw na cele energetyczne pomiędzy biogazownią a gospodarstwami rolnymi. Do substratów wykorzystywanych w Wojnach-Wawrzyńcach należą:

- kukurydza (w postaci kiszonki lub tej bezpośrednio „na pniu”);
- żyto hybrydowe;
- baloty sianokiszonki;
- słoma;
- siano;
- baloty z traw turzycowych.

Założenia projektowe ilości substratu potrzebnego dla rocznej pracy biogazowni wyniosły 20 200 ton/rok. Wynik ten uwzględnił 14 500 ton/rok kiszonki z kukurydzy, 4 500 ton/rok kiszonki z żyta oraz 1 200 ton/rok ziarna żyta [11].

Powstałą energię elektryczną odkupuje jedna z krajowych firm dystrybucyjnych. Ciepło wykorzystywane jest na miejscu w procesie suszenia odwodnionego osadu pofermentacyjnego i innych surowców [11].

Oprócz produkcji energii elektrycznej i ciepłej zarządcy biogazowni postanowili spełnić kilka dodatkowych celów. Do celów tych zaliczyć można między innymi zmniejszenie emisji CO₂ a także zagospodarowanie nadwyżki produkcji roślinnej, co spowoduje korzystną stymulację produkcji rolnej regionu. Nowe miejsca pracy powstające przy firmach zewnętrznych niezbędnych do obsługi biogazowni powodują wzrost przychodów nie tylko gminy (jako urzędu), ale również jej mieszkańców.

Kontraktacja upraw pozwala na utrzymanie zanikającej struktury rodzinnych gospodarstw rolnych [11].

Biogazownia w Wojnach-Wawrzyńcach jest pierwszą w województwie podlaskim oraz piątą w Polsce biogazownią rolniczą działającą w zakresie temperatur termofitowych. Dzięki kogeneracji możliwe jest utrzymanie temperatury w komorze fermentacji za pomocą zewnętrznego rurowego wymiennika ciepła [11].

4.4. Sokółka

Biogazownia w Sokółce jest budowana przez spółkę EKO-FARMenergia. W 2011 roku idea budowy biogazowni w Sokółce została nagrodzona „Zielonym Laurem” Polskiej Izby Gospodarczej w kategorii „EKOROZWÓJ” za wzorowe przygotowanie inwestycji budowy biogazowni. Całkowity koszt budowy biogazowni to ponad 12 mln zł. Inwestycja otrzymała dofinansowanie w wysokości około 6 mln z Regionalnego Programu Operacyjnego na inwestycje w OZE [12].

Substratami do produkcji biogazu są:

- pomiot kurzy;
- obornik bydłocy;
- odpady z ubojni drobiu;
- odpady z owoców i warzyw.

Wszystkie substraty trafiają na początku do zbiornika wstępnego mieszania. Następnie masa o jednolitej konsystencji jest przepompowywana do dwóch komór fermentacyjnych. Tu w procesie fermentacji beztlenowej zachodzi wydzielanie biogazu. Wyprodukowany biogaz poddawany jest procesom oczyszczania, a następnie trafia do układu kogeneracyjnego. W wyniku spalania biogazu otrzymywana jest energia elektryczna i ciepła. Ich odbiorcami są głównie dwa zakłady przemysłowe zlokalizowane w pobliżu biogazowni – Eko-Gril i Metal-Fach, których zapotrzebowanie na energię jest dość wysokie. Powstający w wyniku przeprowadzonych procesów pofermet po obróbce w separatorze, trafia do lokalnych rolników jako wartościowy nawóz wykorzystywany do zasilania upraw [13].

Zakład jest praktycznie bezobsługowy. Instalacja technologiczna biogazu sterowana jest programowo. Pozwala to na zapewnienie bezpieczeństwa oraz najwyższej jakości wyrobu końcowego. Zastosowany system sterowania procesem ze zintegrowanym logicznym sterownikiem należy do jednych z najnowocześniejszych dostępnych obecnie systemów [13].

5. Potencjał województwa podlaskiego

Województwo podlaskie wyróżnia się walorami przyrodniczym oraz obszarami mało zmienionymi przez człowieka. Około 30,6% powierzchni województwa jest pokryta lasami. Dobrze rozwinięta jest sieć rzek i jezior. Występują tu głównie gleby brunatne i bielcowe powstałe na piaskach, żwirach, glinach zwałowych. Najwięcej gleb województwa podlaskiego zostało zakwalifikowanych do czwartej klasy bota-

nicznej. Obszar znajduje się w najchłodniejszej strefie na całym niżu Polski, co powoduje, że okres wegetacyjny jest stosunkowo krótki. Klimat województwa jest odmienny od reszty niżu. Charakteryzuje się długą zimą i niską średnią temperaturą roczną [14].

Województwo podlaskie uważane jest za region rolniczy. Jednak niesprzyjający klimat i słabe gleby powodują, że zajmuje ono ostatnie miejsce w Polsce pod względem upraw rolniczych. Jednak na obszarze województwa znajduje się największy odsetek użytków zielonych, dzięki którym rozwija się chów bydła mlecznego i mięsnego. Uprawia się również ziemniaki, rzepak, buraki cukrowe i zboża, takie jak żyto, pszenica, kukurydza, owies. Przemysł województwa podlaskiego nastawiony jest na przetwórstwo płodów rolnych, co stwarza sprzyjające warunki do wykorzystania odpadów przemysłu przetwórczego do produkcji biogazu.

Pomimo tego rozwój biogazowni w województwie podlaskim przebiega wolno co jest przede wszystkim efektem społecznego nastawienia do tworzenia i funkcjonowania biogazowni. Liczne protesty ludności spowolniły pracę na etapie legislacyjnym oraz projektowym. W celu zniwelowania tego typu problemów w latach 2013-2014 zorganizowano wiele spotkań edukacyjnych mających na celu przedstawienie aspektów działania biogazowni. Spotkania przeznaczone były dla rolników, przedstawicieli samorządów, a także przedsiębiorców. Głównym założeniem było rozwianie obaw społeczności lokalnych przed uciążliwościami odorowymi biogazowni i innymi problemami wynikającymi głównie z niewiedzy i przestarzałych poglądów dotyczący szkodliwości biogazowni.

6. Uwarunkowania prawne

Polityka Unii Europejskiej nastawiona jest przede wszystkim na zrealizowanie długoterminowego planu bezpieczeństwa energetycznego dla całej wspólnoty, mając na uwadze indywidualnych konsumentów oraz wielkie zakłady przemysłowe. Bazując na tym poszukiwano energii ze źródeł, które są w stanie „odnowić” się w stosunkowo krótkim okresie czasu i nie będą w żaden sposób związane z paliwami kopalnymi, do których ograniczenia stosowania w bilansie energetycznym dąży wspólnota europejska. Tak więc 23 kwietnia 2009 roku powstała dyrektywa UE w sprawie promowania energii ze źródeł odnawialnych. Rada Unii Europejskiej „poparła obowiązkowy cel przewidujący 20 % udział energii ze źródeł odnawialnych w całkowitym zużyciu energii we Wspólnocie do 2020 r.” [15].

Powyzsza dyrektywa wprowadziła stan mobilizacji energetycznej. Pozwoliło to na otwarcie wolnej dyskusji i podjęcie działań w zakresie stosowania odnawialnych źródeł energii. Pomimo wielu źródeł zielonej energii w artykule tym uwzględniono jedynie energię pozyskiwaną w biogazowniach rolniczych. Plan ich realnego wykorzystania (połączony z odpowiedzią na plan tzw.: „3x20”) zawarty został (z ramienia Ministra Gospodarki) w programie „Innowacyjna Energetyka. Rolnictwo Energetyczne”. Założenia programu wskazują, iż do 2020 roku każda gmina w Polsce

powinna posiadać minimum jedną biogazownię rolniczą. Ich moc orientacyjnie określana jest w granicach 0,7-3,0 MW [14].

Minister Rolnictwa i Rozwoju Wsi w ramach poparcia programu Ministra Gospodarki wysnuł koncepcję „Założeń programu dla rozwoju biogazowni” [16]. Jego zdaniem potencjał produkcyjny rolnictwa umożliwi pozyskanie substratów (takich jak: produkty uboczne z rolnictwa, płynne i stałe odchody zwierzęce, a także produkty uboczne z przetwórstwa rolno-spożywczego oraz prowadzenia upraw roślin energetycznych) niezbędnych do wytworzenia około 5-6 mld m³ biogazu porównywalnego pod względem czystości z gazem ziemnym wysokometanowym [16]. Ilość taka z pewnością nie pozwoli na zapełnienie pełnego zapotrzebowania energetycznego na odnawialne źródła energii. Pozwoli natomiast na wykorzystanie produktów, nie znalazłyby innego zastosowania i zostały całkowicie marnowane [14].

7. Wnioski

- W województwie podlaskim działają trzy biogazownie rolnicze, kolejne dwie pozostają w fazie budowy lub rozruchu.
- Do produkcji biogazu w podlaskich biogazowniach używane są bioodpady pochodzące z lokalnych gospodarstw rolnych lub pobliskich zakładów produkcyjnych.
- Biogazownie podlaskie pomagają rozwiązać problem zagospodarowania uciążliwych dla mieszkańców wsi odpadów (np. gnojowica, obornik).

Literatura

1. Wierzbiński S., Mikulski M., *Wykorzystanie biogazu do zasilania silników o zapłonie samoczynnym pracujących w układach kogeneracyjnych*, Studies & Proceedings of Polish Association for Knowledge Management, Nr 70, 2014
2. Głaszczka A., Wardal W. J., Romaniuk W., Domaszewicz T., *Biogazownie rolnicze*, Wydawnictwo MULTICO Oficyna Wydawnicza, Warszawa 2010
3. Redakcja: Niedziółka D., *Biogazownie rynek, konkurencyjność, analiza efektywności*, Wydawnictwo CeDeWu Sp. z o.o., Warszawa 2015
4. Praca zbiorowa pod redakcją: Podkówka W., *Biogaz rolniczy odnawialne źródła energii. Teoria i praktyczne zastosowania*, Powszechnie Wydawnictwo Rolnica i Leśne, Warszawa 2012
5. Lewandowski W. M., Ryms M., *Biopaliwa. Proekologiczne odnawialne źródła energii*, Wydawnictwo WNT, Warszawa 2012
6. Głaszczka A., Wardal W. J., Romaniuk W., Domaszewicz T., *Biogazownie rolnicze*, Wydawnictwo MULTICO Oficyna Wydawnicza, Warszawa 2010
7. Ginalski Z., *Substraty dla biogazowni rolniczych*, Centrum Doradztwa Rolniczego w Barwinowie, Barwinów 2011
8. Broszury informacyjne oraz informacje niepublikowane firmy Adlerbiogaz
9. Informacje ustne uzyskane w Urzędzie Gminy w Michałowie
10. Niepublikowane informacje firmy WPRS
11. www.chpenergia.pl

12. Informacje z projektu „Biogazownia rolnicza – sprawa publiczna” realizowanego przez Fundację na rzecz Rozwoju Polskiego Rolnictwa
13. Informacje ustne uzyskane w Urzędzie Gminy Sokółka
14. Redakcja: Gałuszka M., Paruch J., *Odnawialne i niekonwencjonalne źródła energii. Poradnik*, Wydawca Tarnobus Sp z o.o., Kraków – Tarnobrzeg 2008
15. Błażejewska K., *Prawne aspekty produkcji i wykorzystania biomasy rolniczej na cele energetyczne*, Wydawnictwo Naukowe UAM, Poznań 2013
16. Ministerstwo Rolnictwa i Rozwoju Wsi, Założenia Programu rozwoju biogazowni rolniczych; Warszawa 2009
17. Powałka M., Klepacka A. M., Skudlarski J., Golisz E., *Aktualny stan sektora biogazu rolniczego w Polsce na tle krajów Unii Europejskiej*, Zeszyty Naukowe Szkoły Głównej Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie, Tom 13, Zeszyt 3, Wydawnictwo SGGW, 2013
18. www.arr.gov.pl/data/02004/rejestr_wytworcow_biogazu_rolniczego_26022016.pdf, dostęp 14.03.2016

Rozwój biogazowni rolniczych w województwie podlaskim

Celem pracy jest przedstawienie stanu obecnego i perspektyw rozwoju biogazowni rolniczych w województwie podlaskim z wskazaniem ich liczby, rozmieszczenia, rodzaju wykorzystywanego substratu i jakości wytwarzanego paliwa oraz produktywności biogazowni. Planowane i istniejące inwestycje mają na celu zwiększenie ilości energii produkowanej z bioodpadów. Dążenie do zwiększenia tego typu inwestycji spowodowane jest zobowiązaniem się Polski do zwiększenia udziału energii odnawialnej w ogólnym zużyciu energii, w myśl dyrektywy Unii Europejskiej z dnia 23 kwietnia 2009 roku w sprawie promowania energii ze źródeł odnawialnych „Rada poparła obowiązkowy cel przewidujący 20% udział energii ze źródeł odnawialnych w całkowitym zużyciu energii we Wspólnocie do 2020 r”. Ponad 60% obszaru województwa podlaskiego zajmują użytki rolne, na których prowadzona jest uprawa zbóż. Sprzyja to również rozwiniętej masowej hodowli bydła oraz trzody chlewnej. Produkcja biogazu z odpadów organicznych z rolnictwa zmniejsza deficyt udziału odnawialnych źródeł energii w ogólnym zapotrzebowaniu energetycznym. Poprzez swoją funkcjonalność biogazownia jest w stanie zaspokoić zapotrzebowanie indywidualnych jak i grupowych gospodarstw rolnych na prąd, ciepło oraz paliwo. Dzięki funduszom pozyskanym z Unii Europejskiej podlaskie rolnictwo ma szansę wstąpienia na drogę dynamicznego rozwoju. Ważnym czynnikiem warunkującym popularyzację biogazowni jest zmniejszenie emisji CO₂ i metanu do atmosfery oraz rozwiązywanie problemu uciążliwych odpadów z rolnictwa.

Development of agricultural biogas plants in Podlaskie

The aim of this work is to show the current state and prospects of development of biogas plants in Podlasie Region including their number, location, type used substrates and the productivity. The planned and existed investments have to extend number energy produced from biowastes. The task of increasing the number of this type constructions is caused by the obligations of Poland to, increase the share of renewable energy in a total used energy, used according to directive The Council of Europe of 23 April 2009 year on the promotion of energy from renewable sources energy “It endorsed a mandatory target of a 20 % share of energy from renewable sources in overall Community the energy consumption by 2020”. More than 60% area of the Podlasie region is arable lands on which are planted to cereals. It also promotes to mass cultures of cattle and pigs. Biogas production from organic wastes originating from agriculture reduces deficit in the share of renewable energy sources in general demand of energy. Biogas plants can meet the demands of individual and group households for electricity, heat and fuel. Thanks to capital form European Union funds Podlasie agriculture have a chance to start dynamical development. Important factor in popularizing biogas plant is the reduction of the emissions of carbon dioxide and methane to atmosphere and solving problems of agricultural wastes.

Indeks autorów

Barszczewska I.	130	Poręba M.	61
Bogacz-Radomska L.	89, 106	Przybylska K.	41
Borkowska A.	41	Rogała D.	32
Harasym J.	89, 106	Rucińska K.	32
Kampa R. P.	61	Sikora D.	82
Knapik A.	82	Sobieralska-Michalak K.	32
Kocyan B.	82	Szatyłowicz E.	130
Kula Z.	73	Szymanowski H.	73
Laska A.	73	Torczyńska M.	7
Łasut B.	61	Woroniecka N.	130
Mielniczuk P.	130	Żulicki R.	19
Olędzki R.	106		