Europejski Fundusz Rolny na rzecz Rozwoju Obszarów Wiejskich

Krajowa Sieć Obszarów Wiejskich

Program Rozwoju Obszarów Wiejskich na lata 2007-2013

„Europejski Fundusz Rolny na Rzecz Rozwoju Obszarów Wiejskich: Europa inwestująca w obszary wiejskie"
Publikacja opracowana przez Stowarzyszenie EkosystEM-Dziedzictwo Natury.
Publikacja współfinansowana ze środków Unii Europejskiej w ramach
Pomocy Technicznej Programu Rozwoju Obszarów Wiejskich na lata 2007-2013
Instytucja zarządzająca Programem Rozwoju Obszarów Wiejskich na lata 2007-2013 - Minister Rolnictwa i Rozwoju Wsi

ZRÓWNOWAŻONE ROLNICTWO I ZDROWE ŚRODOWISKO

Dobre praktyki i rola pożytecznych mikroorganizmów w chowie i hodowli ryb z zastosowaniem innowacyjnych, naturalnych technologii

Warszawa 2014

ZRÓWNOWAŻONE ROLNICTWO I ZDROWE ŚRODOWISKO

Dobre praktyki i rola pożytecznych mikroorganizmów w chowie i hodowli ryb z zastosowaniem innowacyjnych, naturalnych technologii

„Europejski Fundusz Rolny na rzecz Rozwoju Obszarów Wiejskich: Europa inwestująca w obszary wiejskie."
Projekt opracowany przez Stowarzyszenie EkosystEM-Dziedzictwo Natury
Projekt współfinansowany ze środków Unii Europejskiej w ramach Pomocy Technicznej
Programu Rozwoju Obszarów Wiejskich na lata 2007-2013
Instytucja Zarządzająca Programem Rozwoju Obszarów Wiejskich na lata 2007-2013 -Minister Rolnictwa i Rozwoju Wsi

Redakcja:
Wiktoria Długosz
Bogusław Hezler
Roman Izdebski

Adres do korespondencji:
ul. Krakowskie Przedmieście 66 lok. 4
00-322 Warszawa
www.dziedzictwonatury.pl
biuro@dziedzictwonatury.pl

ISBN: 978-83-939158-4-2

Fotografie:
Mirosław Cieśla
Zdjęcie 9 - T. Onezorge

Korekta i skład:
Marek Gacka

Projekt okładki:
Dominik Gacka

Publikacja bezpłatna opracowana w związku z projektem „Zrównoważone rolnictwo i zdrowe środowisko"
realizowanym w ramach Planu działania Sekretariatu Centralnego Krajowej Sieci Obszarów Wiejskich na lata 2014-2015.

Odwiedź portal KSOW - **www.ksow.pl**
Zostań Partnerem Krajowej Sieci Obszarów Wiejskich

© Ministerstwo Rolnictwa i Rozwoju Wsi
© Fundacja Programów Pomocy dla Rolnictwa FAPA

dr inż. Mirosław Cieśla
dr n.wet. Jan Żelazny

ZRÓWNOWAŻONE ROLNICTWO I ZDROWE ŚRODOWISKO

Dobre praktyki i rola pożytecznych mikroorganizmów w chowie i hodowli ryb z zastosowaniem innowacyjnych, naturalnych technologii

Warszawa 2014

Spis treści

Wstęp **9**

1. Krótki zarys historii stawowego chowu ryb **11**

2. Zasoby wodne Polski **15**

3. Potencjał hodowli ryb w Polsce **16**

3.1. Chów i hodowla ryb karpiowatych 17

3.2. Chów i hodowla ryb łososiowatych 19

4. Specyfika zbiorników wodnych w hodowli ryb **20**

4.1. Akweny otwarte 21

4.2. Gospodarstwa rybackie 22

5. Aktualny stan techniczny infrastruktury rybackiej **22**

5.1. Nadmierny stan osadów dennych 23

5.2. Zarastanie i zakrzewianie zbiorników wodnych 24

5.3 Niedobory wody, niski poziom tlenu 26

6. Metody, efekty i koszty rewitalizacji zbiorników wodnych **27**

6.1. Mechaniczne usuwanie osadów dennych 27

6.2. Biologiczna mineralizacja - zastosowanie pożytecznych mikroorganizmów 29

7. Żyzność zbiorników wodnych po rewitalizacji **30**

7.1 Zasobność w pokarm 31

7.2 Poziom tlenu w wodzie 33

8. Zastosowanie probiotechnologii w żywieniu ryb **33**

8.1. Prawidłowe trawienie i zdrowie ryb 33

8.2. Mniejsze i lżejsze odchody 36

8.3 Poprawa walorów smakowych mięsa karpi 37

9. Zastosowanie probiotechnologii w wylęgarni i na tarliskach **37**

9.1. Odpowiednia jakość wody, prawidłowa wentylacja i dotlenienie ikry 37

9.2. Wysoki poziom klucia ikry do podchowu wylęgu 39

10. Przykłady dobrych praktyk w chowie i hodowli ryb **40**

10.1. Dobre praktyki w zakresie organizacji cyklu chowu karpi 40

10.2. Dobre praktyki w zakresie gospodarki wodnej 43

11. Dobra praktyka weterynaryjna w chowie i hodowli ryb 45
11.1 Uwarunkowania zdrowotne hodowli stawowej ryb słodkowodnych 45
11.2. Potrzeba dobrej praktyki weterynaryjnej..... 47
11.3. Konieczność dostosowania poziomu ochrony zdrowia ryb do wymagań weterynaryjnych UE..... 48
11.4. Minimalne warunki wprowadzania na rynek ryb i przetworów rybnych 48
11.5. Wpływ stanu zdrowia ryb na bezpieczeństwo zdrowotne konsumenta .. 49
11.7. Przykłady i opis chorób pasożytniczych 52
11.8. Przykłady i opis chorób ryb tła grzybiczego..... 53
11.9. Potrzeba dobrej praktyki weterynaryjnej w chowie i hodowli ryb..... 53
11.10. Główne działania profilaktyczne możliwe do zastosowania w chowie i hodowli stawowej ryb..... 54
11.11. Rodzaje pasz w chowie i hodowli ryb 58
11.12. Kontrola jakości pasz, a bezpieczeństwo konsumenta ryb..... 59
11.13. Prawo żywnościowe, a ochrona zdrowia ludzi i zwierząt..... 60
11.14. Zanieczyszczenie środowiska wodnego 61
11.15. Wpływ dobrostanu ryb na jakość ich mięsa..... 63
11.16. Dezinformacja dotycząca bezpieczeństwa ryb jako pożywienia 64
12. Ryby jako składnik diety człowieka 66
13. Podsumowanie 67
14. Biologizacja rolnictwa 69
Słownik definicji..... 76
Podstawowe pojęcia z zakresu mikrobiologii oraz krótka charakterystyka najważniejszych gatunków mikroorganizmów znajdujących się w kompozycjach pożytecznych mikroorganizmów..... 79
Bibliografia 90

Rozwój rolnictwa w ostatnich dziesięcioleciach w przeważającej mierze opiera się na jego technicyzacji i wdrażaniu intensywnych metod uprawy i hodowli. Przy tym kierunku intensyfikacji produkcji rolnej istnieje konieczność stosowania syntetycznych nawozów i chemicznych środków, które niosą ze sobą zagrożenia zarówno środowiskowe, społeczne jak i gospodarcze, składają się na nie między innymi:

1. koncentracja przemysłowej produkcji roślinnej i zwierzęcej;
2. chemizacja rolnictwa, która w nadmiarze prowadzi do degradacji gleby i skażenia wód;
3. niedocenianie przydatności biologicznych czynników w uprawie gleby, roślin i hodowli zwierząt;
4. ograniczony dostęp do bezpiecznej żywności;
5. spadek opłacalności prowadzenia działalności rolniczej, a tym samym wzrost bezrobocia na wsi.

Tak powszechne stosowanie pestycydów w rolnictwie niesie ze sobą poważne zagrożenia. I choć jeden dolar zainwestowany w pestycydy na powierzchnię 1 ha przynosi farmerowi amerykańskiemu 4 dolary zysku, jednocześnie generuje aż 42 dolary tzw. kosztów ubocznych (m.in. są to koszty leczenia raka i innych chorób powstałych wskutek stosowania pestycydów, powstawania odporności na pestycydy, czy koszty oczyszczania wody itd.)[1].
W 2005 r. prof. David Pimentel, amerykański biolog i ekolog, podaje, że na ponad 26 milionów zatruć pestycydami na świecie, przypada około 220 tysięcy przypadków śmiertelnych i około 750 tysięcy przewlekle chorych[2]. Tak więc współczesny model rolnictwa wymaga pilnych zmian by możliwie jak najszybciej i najskuteczniej niwelować środowiskowe, gospodarcze i społeczne skutki światowej polityki rolnej.

[1] Koleva N.G., Shneider U.A. 2009. *The impact of climate change on the external cost of pesticide applications in US agriculture*. International Journal of Agricultural Sustainability, Vol. 7, issue 3, 2009.

[2] Pimentel et al., 2005. *Environmental and economic costs of the application of pesticides primarily in the United States. Environment, Development and Sustainability*, 7: 229-252.

W 2010 roku Komisja Europejska opracowała *Strategię na rzecz inteligentnego i zrównoważonego rozwoju sprzyjającego włączeniu społecznemu Europa 2020*. Podstawa tej Strategii to idea społecznej gospodarki rynkowej, w której priorytetami są:

- rozwój inteligentny: to jest rozwój gospodarki opartej na wiedzy i innowacji;
- rozwój zrównoważony: wspieranie gospodarki efektywniej korzystającej z zasobów przyrody, bardziej przyjaznej środowisku i bardziej konkurencyjnej;
- rozwój sprzyjający włączeniu społecznemu: wspieranie gospodarki o wysokim poziomie zatrudnienia, zapewniającej spójność społeczną i terytorialną.

W 2012 roku Komisja opracowała dokument pn.: Innowacje w służbie zrównoważonego wzrostu: biogospodarka dla Europy. Określa on nie tylko czym jest biogospodarka, jej potencjał, ale również cele jakie powinny być realizowane na rzecz Wspólnoty Europejskiej. „Celem strategii dotyczącej biogospodarki i jej planu działań jest stworzenie podstaw dla bardziej innowacyjnego, zasobooszczędnego i konkurencyjnego społeczeństwa, w którym zapewnienie bezpieczeństwa żywnościowego nie wchodzi w konflikt z zasadami zrównoważonego wykorzystania zasobów odnawialnych dla celów przemysłowych, przy jednoczesnym zapewnieniu ochrony środowiska”[3] Unijne dokumenty i strategie nie pozostają bez wpływu na strategię rozwoju gospodarczego w Polsce. Warto podkreślić, że od kilku lat jej stałym elementem jest pobudzanie działań na rzecz zrównoważonego rozwoju, w tym zrównoważonego rozwoju obszarów wiejskich. By efektywniej wdrażać priorytety Strategii Europa 2020, Ministerstwo Gospodarki określiło Krajową Inteligentną Specjalizację. Jednym z jej pięciu podstawowych działów tematycznych jest Biogospodarka rolno-spożywcza, leśno-drzewna i środowiskowa. Z kolei Ministerstwo Rolnictwa w Strategii zrównoważonego rozwoju wsi, rolnictwa i rybactwa na lata 2012-2020 wprost określa rolę ochrony środowiska w koncepcji rozwoju obszarów wiejskich: „Kierunek rozwoju obszarów wiejskich ma kluczowe znaczenie dla zachowania i ochrony środowiska naturalnego kraju. Ciągłe zmiany środowiska naturalnego (w szczególności zmiany klimatu i ich skutki) są nadal aktualnym wyzwaniem dla rozwoju społecznego i gospodarczego wsi. Leśnictwo,

[3] *Innowacje w służbie zrównoważonego wzrostu: biogospodarka dla Europy, Komunikat Komisji do Parlamentu Europejskiego, Rady, Europejskiego Komitetu Ekonomiczno-Społecznego i Komitetu Regionów*, Bruksela, 03.02.2012, s. 2.

rolnictwo i rybactwo są głównymi rodzajami działalności, które realizują cele związane z ochroną zasobów naturalnych. Jednocześnie są działalnością, w przypadku której bardzo istotne jest uwzględnianie zasad ochrony środowiska. Działaniom chroniącym zasoby naturalne powinny towarzyszyć zmiany w mentalności społeczeństwa, sposobie funkcjonowania gospodarstw domowych oraz podniesienie środowiskowej odpowiedzialności producentów rolnych i przedsiębiorstw"[4].

Takie cele i zadania ma przed sobą biologizacja, tj. „stosowanie praw biologicznych rządzących procesami zachodzącymi w organizmach żywych do innych dziedzin"[5]. W przypadku biologizacji rolnictwa oznacza ona „operowanie w rolnictwie głównie biologicznymi czynnikami plonotwórczymi (komposty, obornik, biopreparaty, racjonalne płodozmiany, fitomelioracje, wysokoplenne odmiany odporne na agrofagi, retencja azotu biologicznego z roślin motylkowatych) w celu wyprodukowania zdrowszej żywności i ochrony środowiska"[6]. Jedną z metod stosowanych w biologizacji rolnictwa jest probiotechnologia[7]. Probiotechnologia jest naturalną technologią opartą na kompozycjach pożytecznych mikroorganizmów (KPM), która w praktyce nawiązuje do metod wykorzystywanych przez rolników i przetwórców od wielu setek lat m.in. w wytwarzaniu piwa, wina, sera, kiszonych ogórków i kapusty, chleba na zakwasie, kwaśnego mleka, barszczu czerwonego na zakwasie czy fermentowanych na zimno wędlin. Wśród zabiegów agrotechnicznych takich jak orka, płodozmian i wzbogacanie gleby w masę organiczną, aplikacja do gleby pożytecznych mikroorganizmów najszybciej poprawia jakość gleb[8].

Nie można też zapominać o innych naturalnych metodach stosowanych w uprawie gleby przez wiele lat jak stosowanie dobrze przefermentowanej gnojowicy i obornika, które nie tylko są skarbnicą wielu składników odżywczych potrzebnych dla rozwoju roślin, ale też biologicznym czynnikiem plonotwórczym poprawiającym strukturę gleby.
To także swoista metoda inokulacji gleby pożytecznymi mikroorganizmami. Rezygnacja z ich stosowania oznacza utratę co najmniej kilkunastu kg/ha dostęp-

[4] *Strategia zrównoważonego rozwoju wsi, rolnictwa i rybactwa na lata 2012-2020*, [w:] „Monitor Polski", 09.11.2012, poz. 839

[5] Słownik języka polskiego PWN

[6] L. Zimny, *Leksykon przyrodniczy polsko-angielski*, Wrocław 2014

[7] Pełna definicja probiotechnologii w indeksie definicji.

[8] Sharma Sushil K. et al., *Microbial Community Structure and Diversity as Indicators for Evaluating Soil Quality w Biodiversity, Biofuels, Agroforestry and Conservation Agriculture*, 2010.

nego azotu (przy przyjęciu średniego składu chemicznego obornika pochodzącego od różnych zwierząt), podobnej ilości potasu i wapnia, znacznej ilości mikroelementów (cynku, manganu, miedzi, boru) i substancji organicznej niezbędnej dla prawidłowego rozwoju roślin.

Kompozycje pożytecznych mikroorganizmów mogą wykazywać właściwości probiotyczne, przeciwutleniające, jak również bakterio i fungistatyczne wobec patogenów i niepożądanych szczepów mikroorganizmów. Ich szczególną zaletą jest to, że nie wymagają okresu karencji i prewencji oraz fakt, że wspierają likwidację przyczyn rozwoju wielu chorób roślin i zwierząt a nie tylko ich objawy.

Stowarzyszenie EkosystEM-Dziedzictwo Natury

Wstęp

Rybołówstwo obok łowiectwa i zbieractwa stanowiło od zarania dziejów jeden z podstawowych sposobów zdobywania żywności. Z czasem ze zwyczajnego poławiania ryb przekształciło się w rybactwo, czyli zespół różnorodnych działań, których celem jest pozyskiwanie ryb w takich ilościach i w taki sposób, aby nie było to szkodliwe dla środowiska naturalnego i jednocześnie, aby kolejne pokolenia mogły z tych zasobów korzystać (Szczerbowski 2008).

Obecnie zwyczajowo terminu „rybołówstwo" używa się w stosunku do połowów ryb w wodach słonych. Ale także w morzach i oceanach od kilkudziesięciu lat nie poławia się ryb metodą „do woli", ale stosuje się szereg działań ochronnych wobec populacji ryb, takich jak minimalna wielkość oczek narzędzi połowowych, limity ilości poławianych ryb, okresy ochronne. W przypadku wód śródlądowych mówimy obecnie o „rybactwie", które dzieli się na rybactwo rzeczne i jeziorowe oraz rybactwo stawowe. Rybactwo rzeczne i jeziorowe obejmuje połowy ryb, czyli rybołówstwo śródlądowe, ale także zarybianie mające na celu odbudowę i aktywną ochronę eksploatowanych populacji, chów i hodowlę ryb dla celów zarybieniowych, badania fizycznych, chemicznych i biologicznych uwarunkowań akwenów pod względem rybackim (hydrologiczne, hydrobiologiczne, hydrochemiczne), badania z zakresu techniki połowów i ekonomiki gospodarki rybackiej. Rybactwo

stawowe, czyli akwakultura, nazywane także czasami gospodarką stawową, obejmuje chów i hodowlę ryb w urządzeniach wodnych (sztucznych akwenach) jakimi są stawy rybne. Chów ryb w stawach wymaga szerokiej wiedzy z bardzo wielu dziedzin nauki typowo rybackich, ale również z zakresu rolnictwa, ekologii czy hydrologii. Warto pamiętać, że gospodarka stawowa pełni wiele funkcji tzw. pozaprodukcyjnych czyli będących swoistym efektem ubocznym podstawowej działalności, jaką jest produkcja ryb (Leopold 1981, Guziur 2000, Cieśla 2013). Do najważniejszych funkcji pozaprodukcyjnych gospodarki stawowej należy zaliczyć retencję wody, ochronę przeciwpowodziową terenów przyległych, poprawę jakości wody w ciekach, ochronę przyrody, wspieranie różnorodności biologicznej środowiska naturalnego poprzez kształtowanie siedlisk dla dużej liczby gatunków roślin i zwierząt, wśród których jest wiele gatunków chronionych prawnie. Szczególnie istotną rolę w tym zakresie spełnia tradycyjna stawowa gospodarka karpiowa.

Zdjęcie 1. Cechą charakterystyczną stawów karpiowych jest biologiczna różnorodność zamieszkujących tam roślin i zwierząt.

Celem niniejszej publikacji jest przybliżenie szerokiemu gronu odbiorców dobrych praktyk w zakresie chowu i hodowli ryb w stawach, zwłaszcza stawach typu karpiowego, które są bardzo dobrym przykładem tzw. zrównoważonej gospodarki. Jest to forma ekonomicznej działalności człowieka, która jest nie tylko przyjazna środowisku naturalnemu, odpowiada na społeczne zapotrzebowania

i oczekiwania, ale również jest opłacalna ekonomicznie. Publikacja odnosi się do tradycyjnych metod sprzyjających zachowaniu właściwego stanu środowiska stawowego, dobrostanu ryb i wysokich wyników ekonomicznych. Zasady te odnieść można również do chowu ryb zgodnego z wymogami dla ekologicznej akwakultury, obowiązującymi w krajach Unii Europejskiej. Omawia także innowacyjne rozwiązania, polegające na stosowaniu kompozycji pożytecznych mikroorganizmów, wspierających utrzymanie właściwych warunków chowu ryb w stawach, zapobiegających chorobom, poprawiających warunki fizyczne i chemiczne środowiska stawowego oraz ekonomikę chowu.

1. Krótki zarys historii stawowego chowu ryb

Pierwsze informacje na ten temat stawowego chowu ryb pochodzą z Chin, gdzie już w bardzo odległych czasach prowadzono hodowlę ryb w kanałach zasilających w wodę plantacje ryżu. Ryby te stanowiły dla Chińczyków jedno z podstawowych źródeł wyżywienia (Strzelecki, Bratyński, 1877). Rzymianie postępowali podobnie jak Chińczycy, zarybiając specjalnie do tego celu budowane sadzawki. Świadczy o tym piśmiennictwo z czasów Cycerona (106 – 43 p.n.e.) i późniejsze. Pliniusz Starszy (23 – 79 n.e.) wymienia nazwisko Sergiusa, który jako pierwszy założył w mieście Rzym stawy rybne. Współcześnie z nim Licinius Murena przetrzymywał ryby morskie w specjalnych basenach (Koch, Bank, 1976). Gallowie i Germanie przejęli te zwyczaje (udoskonalenia) od Rzymian i również zaczęli zakładać różne sadzawki i stawy, przyczyniając się w ten sposób do rozwoju rybactwa w Europie (Strzelecki, Bratyński, 1877).

Należy jednak przyjąć, że tak obecnie powszechny chów karpia, został rozpoczęty na szeroką skalę dopiero w latach późniejszych w rejonie Dunaju. Istnieją zapisy, że Teodoryk Wielki, król Ostrogotów, który sprawował władzę w stolicy tego kraju Rawennie, sprowadzał karpie na swój stół z dorzecza Dunaju. Wielkie zasługi w rozpowszechnieniu chowu karpia położył cesarz Karol Wielki, który w roku 812 wydał akt prawny (capitularia) dotyczący gospodarki w dobrach królewskich, w którym to akcie jest podane „Każdy zarządca ma utrzymywać w naszych dobrach ziemskich stawy rybne; jeśli to możliwe, pomnażać je tam gdzie już istniały. Zakładać nowe stawy tam, gdzie ich uprzednio nie było a mogą istnieć" (Koch, Bank, 1976).

Najbardziej intensywny rozwój hodowli karpia w Europie nastąpił w XIII-

XVI wieku, głównie w istniejących wówczas, jak i nowo powstających klasztorach. Zajmowanie się gospodarką stawową stało się w tych latach tak ważne i powszechne, że cesarz rzymsko-niemiecki Rudolf II (1576-1612) zarządził, aby „Ponieważ budowa stawów stała się powszechna, nie mogą one być zakładane bez zgody władz krajowych". Od tego czasu wywodzi się konieczność uzyskiwania urzędowych zezwoleń na budowę stawów w Niemczech, które są wymagane w tym kraju do czasów nam współczesnych.

W Niemczech pod koniec XVIII wieku, po dokonanej przez Napoleona sekularyzacji, czyli wywłaszczeniu klasztorów z własności kościelnej i przeznaczenia jej na cele świeckie, gospodarka stawowa zaczęła w szybkim tempie podupadać wskutek spadku cen na ryby, jak również przejścia stawów po wywłaszczeniu w niedoświadczone ręce. Stawy wówczas zaczęto zamieniać na łąki, co nie było możliwe w każdym przypadku (Koch, Bank, 1976).

Z początkiem XIX wieku nastąpił znaczny rozwój rybactwa w Europie. Około 1820 roku w Touillon, Fontegay i w Nogent we Francji rozpoczęto próby przeprowadzenia rozrodu ryb w specjalnych skrzyniach i zarybiania stawów w sposób kontrolowany. Oprócz uczonych tzw. naturalistów problemem tym zajmowali się również praktycy. W omawianym okresie, „ prosty rybak w Bresse, własnym pomysłem i praktyką doszedł do tychże samych rezultatów, do jakich rozumowaniem i nauką doszli uczeni". Warte odnotowania jest, że uczeni z tego okresu, Francuzi Genin i Remy, przez „ całe sześć miesięcy zajęci byli myślą odkrycia, jakim sposobem rozmnażają się ryby. Po całych dniach i nocach, bez chwili prawie wypoczynku, w najpiękniejszej porze, czatowali rozciągnięci ponad brzegami rzek, wsparci na rękach, z wyciągniętą szyją, z nachyloną głową, z utkwionym w wodę badawczym wzrokiem, śledzili tajemnice przyrody. Tym tylko sposobem można dojść do celu, tym tylko sposobem robią się odkrycia. Towarzystwo zachęty w Wogezach udzieliło każdemu z nich medal zachęty, a rząd wyznaczył nagrodę za ich trudy" (Strzelecki, Bratyński, 1877).

W oparciu o wyniki tych prac powstał w Hunindze we Francji, pierwszy zakład sztucznej hodowli ryb, który swą pracą położył fundamenty do rozwoju nowej dziedziny wiedzy. W ośrodku tym kształcili się następnie specjaliści z Niemiec, Belgii, Anglii, Szkocji, Irlandii i innych krajów, przenosząc zdobytą wiedzę i doświadczenie do swoich krajów (Strzelecki, Bratyński, 1877).

W następnych latach powstało wiele ośrodków naukowych w wielu krajach Europy zajmujących się rybactwem, a następnie ochroną zdrowia ryb. Rozbudowano i unowocześniono wiele obiektów. Wybudowano też wiele nowych obiektów rybackich, głównie przeznaczonych do hodowli karpia i pstrąga tęczowego. W ostatnich latach obserwowany jest bardzo znaczny rozwój obiektów

chowu i hodowli pstrąga tęczowego oraz zbiorników wodnych rekreacyjno – wędkarskich.

Pierwszy okres szybkiego rozwoju gospodarki karpiowej nastąpił w Polsce w XII i XIII wieku (Inglot i Nyrek 1960, Rudnicki i in. 1965, Szczygielski 1967, Cios 2007). Wybudowano wówczas szereg obiektów stawowych, w tym część istniejących po dzień dzisiejszy, takie jak Milicz, Przygodzie, Zator czy Łyszkowice. Utrwalenie religii chrześcijańskiej i związane z tym liczne dni postu spowodowały znaczący wzrost zapotrzebowania na ryby, których podaż z rzek i jezior nie była wystarczająca. Rozpoczęto chów ryb w sztucznych zbiornikach, określanych wówczas jako „rybniki", obecnie zaś nazywanych „stawami". Kodeks Dyplomatyczny Wielkopolski (Codex Diplomaticus Majoris Poloniae 1877) zawiera datowane na XII i XIII stulecie zapisy o nadaniach dóbr ze stawami, praw do ich budowy oraz do połowów i sprzedaży ryb. Zaliczenie do przywilejów nadań dóbr z obiektami stawowymi czy też praw do budowy stawów jednoznacznie wskazują na ekonomiczną i społeczną rangę gospodarki stawowej w tym czasie.

Okres największego rozkwitu stawowego chowu karpi przypadł w Polsce na XV, XVI i początek XVII stulecia. W owym okresie powierzchnia stawów szybko rosła, ponieważ produkcja ryb była bardzo opłacalna w relacji do zbóż. W tym czasie powstawały swego rodzaju stawowe „pomniki świetności" możnowładców, świadczące jednocześnie o ekonomicznej i społecznej randze gospodarki stawowej. Takim przykładem jest staw „Zygmunta Augusta", wybudowany w 1560 r. koło Knyszyna pod osobistym patronatem króla Zygmunta II Augusta. Jego powierzchnia wynosi 460 ha i jest to do chwili obecnej największy staw karpiowy w Polsce. Zmianie uległ sposób budowania stawów karpiowych. Nie były to już prymitywne zbiorniki typu retencyjnego, ale prawdziwe budowle wodne hydrotechniczne z własną infrastrukturą stawową, specjalnie dedykowaną produkcji ryb. Stawy wyposażano w urządzenia do doprowadzenia i odprowadzenia wody, systemy rowów osuszających dno oraz tereny przyległe, rowy doprowadzające i odprowadzające wodę. Nadal jednak stawy lokowano na ziemiach o znikomej przydatności rolniczej, podnosząc w ten sposób ich wartość. Tak ogromne prace inżynierskie wymagały ogromnych nakładów robocizny. Dzięki temu ludność miejscowa znajdowała zatrudnienie podczas budowy, zaś w późniejszym okresie przy pracach związanych z odłowami ryb oraz konserwacją stawów. Na Śląsku, który był wiodącym ośrodkiem produkcji karpia, powierzchnia stawów w XVI wieku wynosiła około 30 000 ha (Nyrek 1966). W roku 1573 ukazał się kompleksowy podręcznik budownictwa stawowego oraz chowu ryb napisany przez Olbrychta Strumieńskiego. Podręcznik ten przez kilka stuleci stanowił jeden z kanonów sztuki inżynierskiej. W 1609 r. ukazało się inne wydawnictwo, którego autorem był Stanisława Stroynowskiego.

Opisuje ono rewolucyjne, jak na XVI wiek, metody produkcji. Budowano oddzielne stawy przeznaczone do rozmnażania karpi oraz do podchowu w pierwszym roku życia. Aby wiedza podręcznikowa była bardziej dostępna dla większej liczby odbiorców, obydwa podręczniki wydano w języku polskim, nie zaś po łacinie. Chów karpia i gospodarka stawowa trafiły także do literatury pięknej. Mikołaj Rej w poemacie „Zwierciadło" z 1568 r. pisał o celowości czy wręcz konieczności chowu ryb. Autor wskazuje, że dzięki rybom gospodarz zyskuje dodatkowy przychód, ludzie pracę, zaś stawy same w sobie stanowią rozkosz dla oczu.

Wraz z okresem schyłkowym polskiej państwowości nastąpił także gwałtowny kryzys w chowie karpi. Aż do drugiej połowy XIX wieku stawy popadały w coraz to większą ruinę, zaś gospodarka cofnęła się do poziomu średniowiecznego. Część obiektów zlikwidowano, przekształcając je w grunty rolne. We wspomnianym wcześniej regionie Śląska powierzchnia stawów zmniejszyła się aż pięć razy (Nyrek 1966). Nie mniej jednak ukazały się w tym czasie ważne pozycje fachowej literatury z zakresu karpiarstwa. W 1780 roku ks. Krzysztof Kluk w swej książce „Zwierząt domowych i dzikich osobliwie krajowych, historii naturalnej początki i gospodarstwo" podał wiele wiadomości o rybach, gospodarstwie stawowym i hodowli ryb. Kolejną wartościową pozycję poświęconą rybactwu napisał w 1837 roku Paweł Leśniewski, którą zatytułował „Rybactwo krajowe czyli historia naturalna ryb krajowych" (Szczygielski, 1967; Wojda, 2004). Bardzo cenną pozycję stanowi też dzieło „Polskie stawowe gospodarstwo" napisane przez Zygmunta Gawareckiego i Albina Kohna (1860).

Dopiero koniec XIX stulecia przyniósł ponowne ożywienie karpiarstwa, kiedy Thomas Dubisch (1813-1888) wdrożył opracowany przez siebie system chowu polegający na wyodrębnieniu w gospodarstwie stawów dla kolejnych roczników karpia. Metoda ta po raz pierwszy wdrożona została na skalę masową w stawach w Iłownicy i Landeku koło Cieszyna. Stawy były odpowiednio przygotowywane i nawożone, zaczęto normować obsadę odpowiednio do wieku ryb i wydajności stawów. W tym samym czasie zaczęto także wprowadzać dokarmianie karpi zbożem, co jeszcze bardziej podnosiło efektywność i ekonomiczną opłacalność hodowli i chowu. W rezultacie cykl chowu i hodowli skrócony został do zaledwie dwóch – trzech lat. Wyhodowany przez polskich hodowców pod koniec XIX wieku tzw. „karp galicyjski" stał się wzorcem dla innych hodowców tej ryby i został rozpropagowany w całej Europie, a nawet introdukowany w Ameryce Północnej.

Dynamiczny rozwój gospodarki karpiowej trwał praktycznie do końca ubiegłego stulecia. W okresie międzywojennym, wykorzystując przychylną politykę rządową, powiększono powierzchnię stawów karpiowych z ok. 60 000 ha do niemal 90 000 ha. Produkcja osiągnęła wielkość 13 000 ton, najwyższą we wszystkich

krajach ówczesnej Europy. Po II wojnie światowej, na skutek zmian geopolitycznych powierzchnia stawów w Polsce zmniejszyła się do 66 000 ha, lecz do lat 90. zwiększyła się ponownie do ponad 70 000 ha. Ilość karpi konsumpcyjnych, która trafiała na nasz rynek wynosiła ok. 20 000 ton rocznie z rekordem niemal 23 000 ton w roku 2000 (Krüger 2000, Guziur i in. 2003).

W chwili obecnej stawy typu karpiowego nadal są nieodłącznym elementem gospodarki naszego kraju, odgrywając bardzo ważną rolę ekonomiczną i społeczną. Powierzchnia ewidencyjna stawów wynosi 74 733 ha, z czego powierzchnia użytkowa stanowi aż 82,5% i wynosi 61 650 ha. Największa część zlokalizowana jest w województwach śląskim (11 400 ha), dolnośląskim (9 300 ha),mazowieckim (6 800 ha), podkarpackim (6 100 ha), wielkopolskim (5 800 ha) i lubelskim (5 700 ha). W niektórych regionach (Milicz, Skoczów, Oświęcim, Pszczyna) stanowią 5–10% powierzchni regionu. Powierzchnia użytkowa stawów jest praktycznie na niezmienionym poziomie w stosunku do lat 90. ubiegłego wieku. Jednakże obecnie ok. 10-15% powierzchni wyłączone jest z użytkowania hodowlanego na skutek złego stanu grobli, innych budowli hydrotechnicznych, deficytów wody itp.

2. Zasoby wodne Polski

Pod względem ilości wody przypadającej na jednego mieszkańca Polska znajduje się w „ogonie" Europy i Świata. Średnio na 1 osobę przypada dziennie ok. 4m^3 wody i jest to trzykrotnie mniej niż średnia europejska i niemal dziesięciokrotnie mniej niż średnia światowa. Możemy pod tym względem porównywać się z Egiptem, który kojarzy się z krajobrazem pustynnym. Przyczyny tak małej ilości wody przypadającej na mieszańca leżą w braku dużych zbiorników, które mogłyby powstrzymywać wiosenny spływ wód i akumulować ją na późniejszy okres. Brak jest także mniejszych zbiorników tzw. małej retencji, które jako sieć rozproszonych, małych zbiorników mogą spełniać funkcje retencyjne w wymiarze lokalnym. W znacznej części funkcję taką pełnią stawy typu karpiowego i jako prawdziwe kuriozum należy postrzegać pomysł opodatkowania hodowców karpi podatkiem z tytułu pobierania wody do jej retencjonowania w stawach celem chowu ryb. Bardzo skromne zasoby wodne tym bardziej powinny motywować i skłaniać w kierunku podejmowania działań, które mogą sprzyjać zwiększaniu retencji wody, a także poprawie jej jakości. Innowacyjnym rozwiązaniem pod tym względem może być stosowanie kompozycji pożytecznych mikroorganizmów, na-

turalnej technologii która przyczynia się m.in. do:

- szybszego obiegu materii w zbiornikach wodnych,
- poprawy jakości wody odprowadzanej ze stawów rybnych,
- redukcji ilości zawiesiny zalegającej na dnie,
- powiększenia kubatury stawów i zwiększenia tym samym ich pojemności retencyjnej.

3. Potencjał hodowli ryb w Polsce

Spożycie ryb w Polsce w roku 2012 wyniosło łącznie 448,2 tys. ton, co oznacza, że przeciętny Polak zjadł 11,7 kg ryb (Seremak-Bulge 2013, Kuzebski 2013). Ilości te podawane są w przeliczeniu na tzw. żywą masę ryb. W tej ilości zaledwie 2,6 kg stanowiły ryby słodkowodne, a dominującym gatunkiem spożywanych ryb słodkowodnych pozostaje od kilku lat panga (0,8kg/osobę), dalej pstrągi (0,6kg/osobę), karpie (0,52kg/osobę) oraz tilapie (0,34kg/osobę) (Seremak-Bulge 2013). Spożycie innych gatunków słodkowodnych ryb jest tak znikome, że nie są one uwzględniane w statystykach.

Ilość ryb dostarczonych przez polskie rybołówstwo morskie i rybactwo wniosła w roku 2012 odpowiednio: niemal 150 tys. ton z połowów morskich na Bałtyku i łowiskach dalekomorskich, około 50 tys. ton ryb pochodzących z połowów w wodach śródlądowych (z rzek, jezior i zbiorników zaporowych wliczając w to także połowy wędkarskie) oraz z chowu w stawach i innych urządzeniach wodnych. Połowy śródlądowe prowadzone przez zawodowych rybaków wynoszą obecnie niecałe 3 tys. ton ryb, znacznie więcej, bo około 12 tys. ton stanowią połowy dokonywane przez wędkarzy, czyli połowy rekreacyjne. Akwakultura w Polsce, czyli chów i hodowla organizmów wodnych przeznaczonych do konsumpcji, to przede wszystkim chów w stawach, dostarczyła około 36 tys. ton ryb, głównie karpi i pstrągów.

Bilansując podaż i popyt rynku ryb łatwo zauważyć, że Polska importuje corocznie co najmniej połowę ilości spożywanych ryb. Trend taki utrzymuje się niestety od wielu lat i jest on cechą charakterystyczną wszystkich krajów europejskich (FAO 2010). Zwłaszcza w przypadku krajów zrzeszonych w Unii Europejskiej spożycie produktów akwakultury znacząco przewyższa ich produkcję własną. Unia Europejska jest największym na świecie importerem netto ryb i innych tzw. owoców morza. Konieczne staje się podejmowanie działań, które przyczynią się

do zwiększenia chowu i hodowli ryb w Polsce. Społeczna świadomość o dobroczynnym wpływie mięsa ryb na nasze zdrowie jest coraz większa, a tym samym zainteresowanie konsumentów wzrasta. Przykład pangi, która na początku obecnego stulecia była zupełnie nie znana, a po trzech latach spożywaliśmy jej ponad 2kg/osobę rocznie świadczy, że polski rynek jest bardzo chłonny a akwakultura może stanowić jego znaczący element. Kluczem do „przebicia się" wydaje się m. in. wprowadzenie nowego wyrobu, przy czym wcale nie musi to być nowy gatunek ryb. Może to być także gatunek dobrze znany o wybitnych walorach smakowych i/lub prozdrowotnych. Obecnie oczekuje się żywności łatwej w obróbce kulinarnej, którą można w krótkim czasie przygotować, ale coraz ważniejsze stają się również dla konsumentów walory jakościowe i zdrowotne żywności oraz sposób jej wytwarzania, czy też metody chowu i hodowli zwierząt. Stąd coraz większe zainteresowanie naturalną, bezpieczną i ekologiczną żywnością. Nie bez znaczenia jest także cena ryb.

3.1. Chów i hodowla ryb karpiowatych

Pierwszą grupę, którą zwyczajowo nazywa się rybami „ciepłolubnymi", stanowi karp i gatunki o zbliżonych do niego wymaganiach środowiskowych. Cechą wspólna tych gatunków jest fakt, że tolerują one wzrost temperatury wody w stawach powyżej 20oC. Obok karpia jest to przykładowo lin, karaś pospolity, jaź, amur biały, tołpygi biła i pstra, ale również sandacz, szczupak oraz sum. Ogólna powierzchnia, tzw. ewidencyjna, stawów rybnych typu karpiowego wynosi niemal 75000 ha, z czego niemal 62000 ha stanowi powierzchnia tzw. lustra wody, czyli faktyczna powierzchnia, na której odbywa się produkcja (Lirski 2013). Różnicę, 13000 ha, stanowią groble stawowe oraz inne tereny przyległe związane z prowadzeniem chowu i hodowli ryb. Chów ryb w stawach typu karpiowego ma w Polsce bardzo długą tradycję, według niektórych źródeł niemal równą historii naszej państwowości (Rudnicki 1965, Inglot i Nyrek 1960, Guziur i Woźniak 2006). Najstarsze funkcjonujące dotychczas obiekty, Łyszkowice, Zator, Milicz, Przygodzice, pochodzą z XIII i XIV stulecia. Liczba dużych, mających ponad 50 ha powierzchni, stawów karpiowych szacowana jest na około 400, ale ogólna liczba podmiotów zajmujących się chowem i/lub hodowlą ryb w stawach ziemnych może wynosić wg. statystyk GUS nawet 10000.

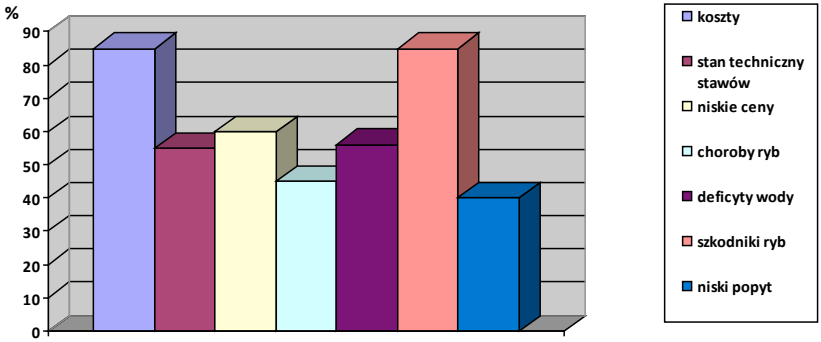
Chów i hodowla karpi wykazuje w ostatnim dwudziestoleciu dość znaczne wahania. Jeszcze pod koniec ubiegłego stulecia na polskie stoły trafiało ponad 20000 ton karpi konsumpcyjnych, w rekordowym roku 2000 było to niemal 23000

ton, a Polska była liderem w ilości produkowanych karpi w Europie Centralnej (Lirski i in. 2010). W krajach Unii Europejskiej Polska jest liderem pod względem powierzchni stawów karpiowych oraz ilości hodowanych karpi konsumpcyjnych. Z początkiem obecnego stulecia wielkość produkcji karpi konsumpcyjnych spadła, nawet do 15000 ton rocznie w roku 2010, co oznacza regres o około 30%. Tak drastyczne zmniejszenie ilości karpi pochodzących z rodzimej produkcji stanowi bardzo poważne zagrożenie dla żywotności sektora i jego przyszłości. Wydaje się jednak, że trend spadkowy produkcji został zahamowany, ponieważ w ostatnich trzech latach produkcja ta wynosi około 17000 – 18000 ton rocznie.

Oprócz karpi konsumpcyjnych corocznie hodowanych jest 8000 – 10000 ton materiału obsadowego, narybku oraz kroczków, co łącznie daje 25000 – 28000 ton karpi wszystkich roczników rocznie. Hodowla innych gatunków ryb ze stawów karpiowych wynosi około 2000 ton rocznie, przy czym są to ryby przeznaczane do konsumpcji jak również do zarybiania rzek i jezior. W przeliczeniu na jednostkę powierzchni lustra wody produkcja ryb w stawach typu karpiowego wynosi około 500 kg/ha rocznie. W przypadku stawów typu karpiowego, oprócz walorów czysto wytwórczych w postaci uzyskiwanych ryb, bardzo dużą rolę przypisuje się ich innym funkcjom (Dobrowolski i in 1995, Guziur 2000, Kuczyński 2007). Spośród nich niezwykle cenna jest funkcja poprawy jakości wody odprowadzanej po zakończeniu cyklu chowu i hodowli (Knosche i in. 2000, Zygmunt 2006). Wynika to z faktu, że biogeny dostające się wraz z dopływającą wodą jak i wprowadzane przez człowieka np. w paszy podawanej rybom czy nawozach, są poddawane procesom przemian biologicznych identycznych jak w zbiornikach naturalnych i przekształcane są m. in. w faunę bezkręgową stanowiącą pokarm ryb żerujących w stawach.

Jednakże poziom obecnej wydajności jest znacznie poniżej możliwości tej kategorii stawów. Badania prowadzone w Polsce, Niemczech, Czechach i na Węgrzech pod koniec ubiegłego stulecia i na początku obecnego wykazały, że nawet, jeżeli odłów ryb dochodził do 4000 kg/ha, to chów i hodowla karpi nie wykazywały negatywnego wpływu na środowisko naturalne (Kolasa-Jamińska 1999, Knosche i in. 2000). Oznacza to, że chów i hodowla mogłaby być zwiększona niemal dziesięć razy bez uszczerbku zarówno dla utrzymywanych ryb jak również dla środowiska naturalnego.

W badaniach ankietowych przeprowadzonych przez Instytut Rybactwa Śródlądowego w Olsztynie w latach 2004-2008 hodowcy ryb wskazali na szereg czynników, które uznali za bariery rozwojowe sektora karpiowego (Lirski i in. 2010). Ilustruje to wykres 1.



Wykres 1. Ważniejsze czynniki limitujące według hodowców wielkość produkcji karpi w stawach, dane ankietowe za lata 2004-2009 (wg Lirski i in. 2010, zmienione)

Spośród wymienionych czynników bardzo duży wpływ na wyniki chowu ma obecność szkodników ryb, na którą także i hodowcy częstokroć nie mają zbyt wielkiego wpływu, ponieważ są to w większości zwierzęta chronione prawnie. Nawet, jeżeli regulacje prawne dopuszczają odstępstwa od zakazów, to wyeliminowanie szkodliwego wpływu tych gatunków jest bardzo trudne do osiągnięcia. Doskonałym przykładem jest tutaj kormoran, który na stawach karpiowych wypełnia właściwie wszelkie kryteria, aby uznać go za gatunek inwazyjny.

Za bardzo istotne uznane zostały także problemy związane z podażą i popytem, które wymagają systemowego podejścia do promocji karpi i ich spożycia w naszym kraju. Indywidualni hodowcy nie są w stanie rozwiązać tego problemu w skali ogólnokrajowej, chociaż wielu hodowców podejmuje bardzo skuteczne działania w skali lokalnej, w zakresie swoich stawów.

3.2. Chów i hodowla ryb łososiowatych

Druga grupę ryb istotną pod względem chowu i hodowli w stawach stanowią ryby „zimnolubne", czyli gatunki, które mają bardzo wysokie wymagania tlenowe, i dla których temperatura wody powyżej 20^{O}C stanowi realne zagrożenie życia. Wiodącym gatunkiem jest wśród nich pstrąg tęczowy, ale także pstrąg potokowy, łosoś, głowacica czy lipień (Goryczko 2005).

Historia chowu ryb łososiowatych na terenach Polski rozpoczęła się w drugiej połowie XIX stulecia, gdy do miejscowości Złoty Potok sprowadzono po raz pierwszy ikrę pstrąga tęczowego i rozpoczęto chów tego gatunku (Pirtań i in. 2013). Chów ryb łososiowatych przez wiele lat odbywał się niejako „w cieniu"

karpia, który był gatunkiem wiodącym. Wynikało to m. in. z trudności związanych z opracowaniem odpowiedniej karmy i efektywnej technologii intensywnego chowu. Wielkość odławianych ryb wynosiła kilkaset ton rocznie, a sam pstrąg postrzegany był jako ryba delikatesowa czy wręcz luksusowa dla wybranej i bardzo wąskiej grupy klientów.

Szybki rozwój chowu pstrągów rozpoczął się od lat 70. ubiegłego stulecia, gdy obiekty stawowe zaczęto budować nie tylko na południu Polski (chów pstrągów kojarzono z „wodami pstrągowymi", czyli górskimi potokami), ale w Polsce Północnej, gdzie warunki termiczne są dużo lepsze. Wprowadzenie do karmienia pstrągów pasz przemysłowych, co nastąpiło w latach 90. ubiegłego stulecia, spowodowało wręcz skok tonażu poławianych ryb. Produkcja wzrosła kilkukrotnie, a pstrąg stał się gatunkiem spożywanym powszechnie. Obecnie wielkość odłowu pstrągów tęczowych wynosi 17000 – 18000 ton rocznie, czyli jest równa, a sporadycznie wyższa niż karpia. Łączną liczbę obiektów chowu i hodowli ryb łososiowatych szacuje się na około 140, a ich zdolności produkcyjne na około 20000 ton rocznie. Podobnie jak w przypadku chowu karpia również ten sektor posiada pewne rezerwy, jednakże ze względu na wysoką już obecnie intensyfikację chowu rezerwy te szacowane są na około 20-25 % (Pirtań i in. 2013). Wynika to z faktu, że polska akwakultura pstrągowa jest obecnie na bardzo wysokim poziomie, mieści się w ścisłej czołówce światowej. Od kilkunastu lat wprowadzane są najnowocześniejsze rozwiązania techniczne i technologiczne, doskonałej jakości pasze, urządzenia do oczyszczania i wielokrotnego użycia wody, doczyszczania wód pohodowlanych odprowadzanych do środowiska. W istniejących obiektach stawowych niewiele jest „luzu", rozwój tej branży jest ściśle związany z inwestycjami zwiększającymi zdolności i możliwości hodowlane przedsiębiorstw (Pirtań i in. 2013).

4. Specyfika zbiorników wodnych w hodowli ryb

Powierzchnia wód śródlądowych Polski wynosi około 600 tys. ha, z czego 317 tys. ha stanowią jeziora, 139 tys. ha to powierzchnia rzek i potoków, powierzchnia zbiorników zaporowych wynosi 56 tys. ha, powierzchnia stawów rybnych wynosi 75 tys. ha, a kanały, starorzecza, zalewiska i inne tego typu akweny mają łączna powierzchnię około 40 tys. ha (Szczerbowski 2008). Oprócz tego znajduje się szereg zbiorników śródpolnych, o bardzo zróżnicowanej powierzchni, których łączna powierzchnia nie jest znana i według różnych autorów może wynosić od kilkunastu tysięcy do nawet kilkuset tysięcy hektarów.

4.1. Akweny otwarte

Jeziora są naturalnymi zbiornikami wodnymi, które w Polsce powstały przede wszystkim w okresie zlodowaceń. Patrząc na mapę Polski łatwo można spostrzec, że jeziora rozlokowane są przede wszystkim w północnej części naszego kraju. Najbardziej znane regiony jeziorne Polski Północnej to Pojezierze Warmińsko-Mazurskie, Pojezierze Pomorskie, Pojezierze Wielkopolskie. Wyjątek od tej reguły stanowi Pojezierze Łęczyńsko-Włodawskie, znajdujące się w Polsce Południowo-Wschodniej. Polskie jeziora są zbiornikami o niewielkich rozmiarach, w granicach 20-30 ha. Dużych zbiorników, o powierzchni ponad 1000 ha jest zaledwie 34, na łączną liczbę 9296 akwenów o powierzchni większej niż 1 ha.

Jakość wód polskich jezior jest bardzo różna, z reguły są to zbiorniki o znacznej żyzności. Pod względem zasobności w składniki pokarmowe jeziora dzielimy na oligotroficzne (ubogie w składniki pokarmowe, ale o bardzo czystej wodzie o doskonałej jakości), mezotroficzne (średnio żyzne, o wodzie gorszej jakości) eutroficzne (bardzo żyzne akweny, w których często obserwowane są tzw. zakwity wody świadczące o znacznym pogorszeniu jej jakości) oraz jeziora dystroficzne (zbiorniki „umierające" na skutek przeżyźnienia wody, nadmiernej ilości osadów dennych, powtarzających się deficytów tlenu). Dominującymi w Polsce są jeziora eutroficzne i mezotroficzne, stanowiące ponad 85% powierzchni wszystkich jezior (Szczerbowski 2008).

Rzeki także są przykładem naturalnych zbiorników wodnych. Sieć rzeczna Polski jest dość rozbudowana, przy czym dominują stosunkowo krótkie cieki o tzw. nizinnym charakterze. Stan czystości wód rzek Polski ulega systematycznej poprawie. Jeszcze pod koniec lat 80 ubiegłego stulecia wiele rzek było „martwych" pod względem rybackim na skutek bardzo dużego zanieczyszczenia wszelkiego rodzaju substancjami odprowadzanymi zarówno z przemysłu jak i szybko chemizującego się rolnictwa. Obecnie jakość wód wielu cieków jest dużo lepsza i są one zamieszkiwane przez bogate zespoły ichtiofauny. Bodaj najbardziej znanym przykładem takiej rzeki jest Bzura, która jeszcze w latach 90. była niemal wyrybiona, obecnie jest znana jako doskonałe łowisko wędkarskie.

Charakterystyczną cechą rzek Polski jest cykliczność „wysokich i niskich wód". Przybory wód występują z reguły dwukrotnie w ciągu roku; wczesną wiosną (marzec/kwiecień) na skutek pojawiania się wód roztopowych oraz opadów deszczu, i drugi szczyt wezbraniowy, tzw. świętojanka, czyli woda pochodząca z intensywnych opadów deszczu na przełomie czerwca i lipca. Trzeci szczyt wezbraniowy wód w rzekach obserwowany jest późną jesienią, podczas jesiennych opadów

deszczu, w okresie październik-listopad. W pozostałych okresach roku rzeki naszego kraju z reguły cierpią na deficyt wody. W ostatnich latach opisany rytm przepływu wody ulega coraz większemu zaburzeniu, coraz częściej obserwowane jest zjawisko deficytów wody. Dotyczy to głównie okresu letniego, ale także wiosną i późną jesienią coraz częściej wielkość opadów jest znacząco niższa od średniej wieloletniej.

Zbiorniki zaporowe są sztucznymi zbiornikami wodnymi, budowanymi z reguły w dolinach rzecznych. Zbiorniki zaporowe pełnią z reguły kilka funkcji, z których najważniejsze to ochrona przeciwpowodziowa, retencja wody pitnej oraz energetyka. W Polsce znajduje się ponad 140 większych zbiorników zaporowych, które w większości zlokalizowane są w górskiej i podgórskiej części kraju.

4.2. Gospodarstwa rybackie

Stawy rybne są także sztucznymi zbiornikami wodnymi, w polskim prawodawstwie określanymi jako „urządzenia wodne". Rozróżniamy dwa główne rodzaje stawów: karpiowe, w których raczej nie stosuje się przepływu wody i stawy pstrągowe, w których utrzymywany jest stały przepływ wody. Stawy, szczególnie karpiowe, rozlokowane są w Polsce tam, gdzie nie ma naturalnych zbiorników wodnych. Około 75% powierzchni stawów karpiowych znajduje się poniżej linii Warszawa-Poznań. Stawy rybne budowane są w celu prowadzenia w nich chowu ryb, jednakże obiekty te niejako przy okazji głównej funkcji produkcyjnej generują szereg dodatkowych korzyści, nazywanych pozaprodukcyjnymi lub też usługami środowiskowymi.

5. Aktualny stan techniczny infrastruktury rybackiej

Światowe obserwacje dotyczące sektora rybackiego jasno wykazują, że w nadchodzącej przyszłości jedynym możliwym sposobem zaspokajania rosnącego zapotrzebowania na ryby i inne produkty akwakultury może być rozwój chowu i hodowli organizmów wodnych. Już w chwili obecnej większość popula-

cji ryb w morzach i oceanach jest na krawędzi dopuszczalnych limitów połowów lub nawet limity te przekroczono i niektóre gatunki stają się realnie zagrożonymi na skutek przełowienia (np. tuńczyki). Dlatego też konieczne jest jak najlepsze wykorzystanie istniejącego potencjału produkcyjnego sektora akwakultury, aby w jak największym stopniu pokrywać zapotrzebowanie na ryby podażą z własnej hodowli. Rosnący ogólnoświatowy popyt na ryby będzie prowadził do wzrostu cen, co w przypadku niezbyt jeszcze zasobnego społeczeństwa polskiego prowadzić może do spadku spożycia ryb. Konsekwencją takiego rozwoju sytuacji będzie z pewnością wzrost zachorowań na tzw. choroby cywilizacyjne.

5.1. Nadmierny stan osadów dennych

Pod pojęciem utrzymania stawów karpiowych w kulturze należy rozumieć różnego rodzaju zabiegi sprzyjające podnoszeniu naturalnej efektywności stawów bez wprowadzania dodatkowych substancji pokarmowych lub biogennych typu nawożenie czy też dokarmianie ryb (Stegman 1952, 1965). Do podstawowych prac służących utrzymaniu wysokiej kultury stawów rybnych należy:

- osuszanie,
- uprawa mechaniczna dna,
- regulowanie ilości roślinności wynurzonej, występującej w stawach,
- wapnowanie.

Ograniczenie lub też nawet zaprzestanie prac służących utrzymaniu kultury stawów nie powoduje gwałtownego załamania wydajności naturalnej oraz uzyskiwanych wyników hodowlano-produkcyjnych. Przez okres kilku lat może to być niewielka redukcja przyrostów na pokarmie naturalnym lub też obniżenie przeżywalności, które trudno jednoznacznie powiązać z faktem braku wysiewu wapna. Jednakże w ciągu kilku kolejnych lat efekty te są na tyle poważne, że koszty ich usunięcia są dużo wyższe niż koszty bieżących działań służących utrzymaniu stawów w kulturze.

Osuszanie dna stawowego od wieków znane jest jako podstawowa metoda utrzymywania wysokiej wydajności naturalnej stawów karpiowych oraz wysokiej zdrowotności ryb. Należy bowiem pamiętać, że w środowisku lądowym tlen dostaje się do atmosfery bezpośrednio z powietrza. W stawach tlen musi przedostać się do dna stawowego poprzez barierę, jaką jest woda. Ilość tlenu w wodzie jest bowiem kilkadziesiąt razy mniejsza niż w powietrzu. Dlatego też spuszczenie wody ze stawu umożliwia swoisty „głęboki oddech" misy stawowej i przywraca stawom ich zdolności produkcyjne.

Zdjęcie 2. Odłów przesadki II.

Stawy bezpośrednio po wybudowaniu lub okresie rybackiego ugorowania (czyli nienapełniane wodą przez kilka sezonów) wykazują bardzo wysoka wydajność. Przez następne dwa-trzy lata wydajność ta spada, osiągając pewien typowy dla danej zlewni i jakości gleby dna stawowego poziom. Jeżeli staw potem będzie systematycznie osuszany, to jego wydajność będzie się utrzymywać na niezmienionym poziomie przez wiele lat. Jeżeli dodatkowo będzie stosowane dokarmianie ryb (powstaje efekt tzw. wtórnego nawożenia), staw będzie nawożony oraz wapnowany, to jego wydajność nawet ulega zwiększeniu, do poziomu bezpośrednio po wybudowaniu. Wynika to z faktu, że substancje biogenne, jakie znajdują się w osadach gromadzących się na dnie, jak również zawarte w samym dnie stawowym są stale uruchamiane i włączane w łańcuch przemian biochemicznych (Starmach 1965). Jeżeli natomiast staw nie będzie odpowiednio przesuszany, to po okresie pięciu – siedmiu lat pojawia się w dnie tzw. czarny muł, czyli warstwa osadów na tyle gruba, że nie ulegają one mineralizacji. W takich osadach dominować zaczynają procesy gnilne. W efekcie wydajność takiego stawu spada kilkukrotnie w stosunku do potencjału, ponieważ biogeny, zarówno te zawarte w osadach jak i w dnie stawowym, są związane w formach nieprzyswajalnych lub niedostępnych dla łańcucha pokarmowego (Starmach 1965). Sporadycznie w takich zbiornikach następuje bardzo gwałtowny skok żyzności, nazywany zakwitem wody, wywoływany masowym pojawieniem i gwałtownym obumarciem glonów. Stawy użytkowane w ten sposób tracą wszelkie swoje walory środowiskowe i hodowlano-produkcyjne, przekształcają się w nieużytki.

5.2. Zarastanie i zakrzewianie zbiorników wodnych

Bardzo niebezpieczny dla właściwego funkcjonowania stawów rybnych jest także nadmierny rozwój roślinności tzw. twardej, szuwarowej, czyli wynurzonej ponad powierzchnie wody (Stegman 1965). Roślinność ta zacieniając wodę obniża jej temperaturę, odparowuje duże ilości wody ze stawów oraz „wyciąga" z wody dużo biogenów. W zamian dostarcza dużej ilości bardzo trudno rozkładającej się, silnie zdrewniałej materii organicznej. Resztki te bardzo przyspieszają proces po-

wstawania warstwy „czarnego mułu" w dnie stawu. W takich miejscach bardzo gwałtownie pogarszają się warunki tlenowe, albowiem rozkład nagromadzonej roślinności wymaga dużych ilości tlenu, którego w wodzie jest kilkadziesiąt razy mniej niż w powietrzu. Biomasę roślinności szuwarowej szacuje się nawet na 100 ton na 1 ha, co oznacza ogromną ilość materii, która nie ulega rozkładowi lecz powoduje podnoszenie dna stawowego o około 5 cm w roku.

Zdjęcie 3. Dno stawu silnie porośniętego roślinnością pokrywa warstwa tzw. „czarnego mułu", powstającego z niezmineralizowanych części roślinnych lub gromadzących się osadów nanoszonych wraz z wodą.

Dlatego też usuwanie nadmiernie rozwijającej się roślinności naczyniowej jest niezmiernie istotne. Ponieważ nie zawsze i nie w każdych warunkach możliwe jest efektywne wykoszenie roślinności, rozwiązaniem może być podawanie w tak silnie zarośnięte miejsca kompozycji pożytecznych mikroorganizmów. Obserwowany przez hodowców karpi spadek miąższości osadów, po podaniu KPM, może w pewnych przypadkach prowadzić nawet do wypływania roślinności szuwarowej, która traci podłoże.

Uprawa dna i jego wapnowanie to działania, które potęgują pozytywny efekt osuszania dna stawowego. Obydwa zabiegi sprzyjają odkażaniu środowiska stawowego, potęgują efekt mineralizacji osadów, zwiększają tzw. pojemność sorpcyjną dna i jego zdolności buforowe. Wspomagają także zwalczanie roślinności szuwarowej. Do przeprowadzenia mechanicznej uprawy dna niezbędne jest właściwe osuszenie dna stawowego. Dlatego też oprócz wymienionych działań do czynników w istotny sposób wpływających na utrzymanie kultury stawów rybnych

należy także właściwa konserwacja budowli i urządzeń hydrotechnicznych oraz rowów doprowadzających i oprowadzających wodę.

Zdjęcie 4. Przesadka I, uprawiona, zdezynfekowana, nawieziona obornikiem ułożonym w kupi i przygotowana do napełnienia wodą.

Zdjęcie 5. Wapnowanie dna to jedna z podstawowych dobrych praktyk w stawowej produkcji karpi.

5.3 Niedobory wody, niski poziom tlenu

W ostatnich latach coraz większy problem w stawowej produkcji karpi stanowi deficyt wody. Stawy karpiowe napełniane są wodą w okresie wczesnowiosennym wodą pochodzącą z roztopów lub opadów deszczu, które z reguły występują w Polsce w tym czasie. Woda ta z reguły występuje w tym czasie nadmiarze i poprzez zgromadzenie jej w stawach jest retencjonowana i w ciągu kolejnych miesięcy oddawana do cieku zasilającego stawy poprzez przesiąki przez groble stawowe oraz do atmosfery na skutek parowania.

Jednakże od kilku lat opisany proces hydrologicznego cyklu obiegu wody w stawach ulega coraz większemu zakłóceniu. Coraz częściej występujące zimy bezśnieżne lub o niewielkiej pokrywie śniegu sprawiają, że wody zaczyna brakować już wczesną wiosną do napełnienia mis stawowych. Susze występujące w okresie letnim powodują również ograniczone możliwości uzupełniania ubytków wody spowodowanych przesiąkami i parowaniem. Prowadzić to może to występowania deficytów tlenu w wodzie stawów i innych zbiorników wodnych aż do śnięć ryb, często o charakterze masowym, na skutek tzw. przyduchy.

Istotnych rezerw w zwiększaniu produkcji karpi należy poszukiwać w poprawie gospodarki wodnej w stawach typu karpiowego. Hodowca nie ma zbyt wielkiego wpływu na ilość i jakość wody jaka płynie w cieku, ponieważ wynika to

z uwarunkować pogodowych i przestrzennych. Jednakże hodowcy mogą w istotny sposób wpływać na jakość wody w stawach oraz na ilość zretencjonowanej wody. Można to osiągnąć m. in. poprzez redukcję nagromadzonych osadów oraz likwidację wypływeń porośniętych roślinnością czyli tzw. wierzchowin, w czym oprócz metod mechanicznych może pomóc zastosowanie kompozycji pożytecznych mikroorganizmów.

6. Metody, efekty i koszty rewitalizacji zbiorników wodnych

6.1. Mechaniczne usuwanie osadów dennych

Jednym z kilku czynników mogących w istotny sposób obniżać naturalną wydajność stawów jest odcięcie składników biogennych znajdujących się w dnie stawowym warstwą tzw. „czarnego mułu". Jest to osad powstający z materii organicznej, która nie uległa rozkładowi tlenowemu. Może ona powstawać np. z dużych ilości osadów nanoszonych wraz z wodą lub z nierozłożonych części obumarłej roślinności. W takim osadzie zaczynają dominować procesy beztlenowe, co doskonale czuć po spuszczeniu wody ze stawu.

W przypadku stawu, w którym następuje pełna i stała mineralizacja osadów dennych warstwa mułu ma barwę jasnobrązową i jest bardzo cienka lub właściwie nie ma jej wcale. Takie dno stawowe jest systematycznie „przekopywane" przez żerujące w nim karpie, poszukujące w dnie organizmów pokarmowych. Żerowanie karpi w dnie można porównać do uprawy gleby. Ryby powodują przewentylowanie osadów, a jednocześnie uwalniają do wody pierwiastki biogenne, co nazywa się „resuspensją osadów".

Inaczej jest w przypadku, gdy na dnie gromadzi się coraz grubsza warstwa ciemnego mułu, charakterystycznego dla miejsc pozbawionych tlenu. Miejsca takie są omijane przez karpie, ponieważ powstaje tam również silnie toksyczny siarkowodór, metan czy amoniak. Powstaje swoiste, samonapędzające się koło degeneracji, a w konsekwencji zanik stawu; karpie nie poruszają dna w poszukiwaniu fauny bezkręgowej, nie uwalniają do wody biogenów zawartych w osadach, nie przyrastają, spada żyzność stawów, hodowca wpuszcza coraz mniej ryb, wielkość odłowu spada, powstaje coraz więcej osadu. A ilość biogennych pierwiastków i po-

Zdjęcie 6. Gruba na 7-10 cm warstwa „czarnego mułu" sprawia, że karpie w takich miejscach w ogóle nie żerują, nie „przekopują" dna, co dodatkowo potęguje efekt starzenia się stawów i obniża ich wydajność. Na zdjęciu widoczne krwistoczerwone larwy *Chironomidae*, ulubiony pokarm karpi, niedostępne dla ryb, ponieważ znajdują się pod grubą warstwą mułu. Zastosowanie w takich warunkach pożytecznych mikroorganizmów sprzyja redukcji osadów i wyższej produkcji poprzez udostepnienie rybom zasobów pokarmu naturalnego.

Zdjęcie 7. Dno stawu karpiowego „podziobane" przez żerujące karpie świadczy o właściwej kulturze zbiornika oraz wysokiej wydajności naturalnej

tencjał wydajności naturalnej jest bardzo duży, lecz niestety w ogóle nie wykorzystany. W takich sytuacjach konieczne jest przeprowadzenie systematycznych prac melioracyjnych polegających na konserwacji rowów odwadniających. Pełne osuszenie dna w znaczący sposób przyśpiesza proces redukcji warstwy osadów. Jednakże nie w każdej sytuacji możliwe jest wprowadzenie sprzętu zmechanizowanego.

6.2. Biologiczna mineralizacja – zastosowanie pożytecznych mikroorganizmów

W trudnych warunkach terenowych koszt renowacji dna stawu sięgać może dziesiątków tysięcy złotych na każdy hektar. Rozwiązaniem może być zastosowanie kompozycji pożytecznych mikroorganizmów (KPM), które przyspieszają obieg materii w dnie stawu, zmniejszają warstwę osadów i jednocześnie redukują strefy beztlenowe.

Zdjęcie 8. Nie wszędzie możliwe jest wprowadzenie ciężkiego sprzętu do przeprowadzenia prac melioracyjnych. Zastosowanie w takich stawach pożytecznych mikroorganizmów powinno przyczynić się do zmniejszenia ilości osadów zalegających dno i ułatwić odbudowę rowów odwadniających.

KPM mogą być zastosowane w postaci oprysków na dno, w postaci kul tzw. bokashi lub też w karmie dla karpi, przy czym ta ostatnia wydaje się być najmniej efektywną metodą podawania kompozycji pożytecznych mikroorganizmów celem

redukcji osadów. Dawki preparatów z KPM wynoszą od kilku do nawet kilkudziesięciu litrów na hektar. Dawki te należy dostosowywać do lokalnych warunków i korzystać ze wsparcia doradców, którzy fachowo dostosują optymalne dawki do potrzeb. Warto także stosowanie probiotycznych mikroorganizmów przetestować na mniejszych zbiornikach i w mniejszej skali, powiększając corocznie obszar poddawany rekultywacji tą metodą. Może bowiem dojść do sytuacji, gdy na skutek działania KPM uwolniona zostanie duża ilość biogenów, głównie fosforu, co może zagrozić warunkom tlenowym w stawie. Przeprowadzone wstępne obserwacje pozwalają stwierdzić, że zastosowanie innowacyjnej, naturalnej technologii w rewitalizacji stawów karpiowych z wykorzystaniem KPM może przynieść spadek miąższości osadów dennych o około 30% (Sitarek 2014), co można przeliczać na podobny wzrost wydajności naturalnej. Przyjmując, że średnia wydajność naturalna silnie zamulonych stawów karpiowych wynosi nie więcej niż 100 kg/ha, zastosowanie technologii z kompozycjami pożytecznych mikroorganizmów oznacza wzrost naturalnej produktywności zbiornika o około 30 kg karpi z każdego hektara. Ilość ta, poprzez dokarmianie, może zostać zwiększona dwukrotnie, co byłoby równoznaczne ze wzrostem produkcji nawet o około 40-50%. Tego typu wyliczenia znajdują już swoje potwierdzenie w praktyce, najlepszej metodzie weryfikacji rozważań teoretycznych (Sitarek 2014).

7. Żyzność zbiorników wodnych po rewitalizacji

Chów ryb zaliczony jest do szerokiego sektora hodowli zwierząt. Jednakże bliższe przyjrzenie się specyfice chowu karpi w stawach może poddać w wątpliwość oczywistość takiego sformułowania, gospodarka karpiowa jest dużo bardziej podobna do uprawy roli aniżeli do chowu zwierząt.

Zarówno w rolnictwie jak i karpiarstwie głównymi czynnikami limitującymi wielkość odłowu jest ilość wody, zasobność gleby w substancje biogenne oraz temperatura powietrza. O ile w rolnictwie czynniki te nie budzą wątpliwości, to w przypadku chowu karpi w stawach, poza wodą, pewnie tak.

Metabolizm karpia, jako organizmu zmiennocieplnego, jest ściśle uzależniony od temperatury wody, im wyższa termika tym wyższy metabolizm, tym lepsze trawienie, tym wyższe przyrosty. Karp zaliczany jest do ryb ciepłolubnych, optymalna temperatura do jego żerowania i wzrostu zwarta jest w przedziale 18 – 26oC. Stąd też liczba dni optymalnych do wzrostu karpia w Polsce wynosi rocznie około 90-100, co stanowi około 1/3 dni w roku. Jest więc około dwa razy krót-

sza a niżeli długość okresu wegetacyjnego dla roślin. Zarówno rybak stawowy jak i rolnik nie mają żadnego wpływu na warunki pogodowe, chów karpia i uprawa są ściśle powiązane lub wręcz uzależnione od warunków atmosferycznych. Obydwie formy działalności odbywają się w ściśle określonym rytmie; obsadzania lub obsiewania wiosną, pielęgnowania w okresie wzrostu latem, zbiorów jesienią. Cykliczności tych prac ani nie uda się przyśpieszyć ani też w pełni kontrolować ich przebiegu jak również zagwarantować skuteczności i efektów takich, jakich życzyłby sobie hodowca.

W latach 60. ubiegłego stulecia prof. dr hab. Kazimierz Stegman pisał „Pełne wykorzystanie skarmianej paszy osiąga się przy proporcjonalnym zagęszczeniu obsad. Równocześnie uzyskuje się lepsze wyzyskanie pokarmu naturalnego i podniesienie naturalnych przyrostów". Cytat ten wskazuje na wręcz konieczność zachowania równowagi pomiędzy produktywnością danego ekosystemu, jakim jest staw, a intensyfikacją chowu. Tylko takie połączenie pozwala uzyskać końcowy efekt w postaci zdrowej ryby, ale również zachować we właściwej kondycji środowisko wykorzystywanej akwakultury. Jest to nic innego jak obecnie wdrażana w rolnictwie produkcja integrowana, która od wielu lat jest realizowana w praktyce w stawowym karpiarstwie.

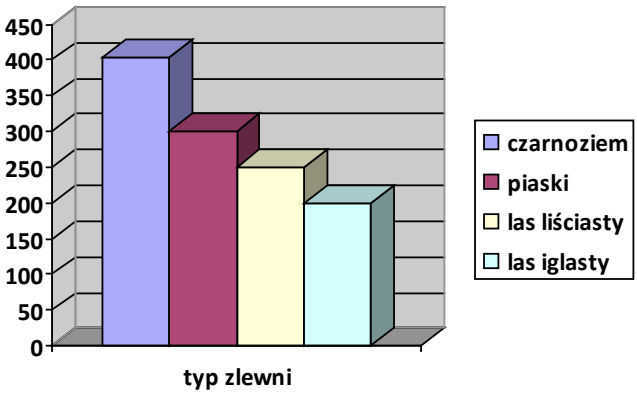
Dlatego też w odniesieniu do stawów karpiowych i ich naturalnej produktywności można odnieść wyniki badań, jakie zapoczątkowano w rolnictwie w XIX w., i które pozwoliły ustalić pewne zależności, jakie istnieją pomiędzy wzrostem, rozwojem i plonowaniem, a stanem zaopatrzenia roślin w niezbędne dla nich pierwiastki mineralne. Utrzymanie wysokiej żyzności naturalnej stawów to nic innego jak zachowanie wysokiego „plonowania", tyle tylko, że nie „roślin", ale przede wszystkim zwierzęcej makrofauny fauny bezkręgowej, głównie tzw. makrozoobentosu, której zasoby decydują o naturalnej produktywności stawów. Ilość i odnawianie zasobów fauny bezkręgowej podlega identycznym prawom jak w przypadku poniżej przedstawionych praw i relacji pomiędzy glebą, a uprawą roślin.

7.1 Zasobność w pokarm

Żyzność dna stawowego oraz wody stawowej decyduje o tzw. naturalnej wydajności stawów, czyli ilości namnażających się w stawie bezkręgowych organizmów stanowiących pokarm karpi. Pokarm ten jest bardzo istotny ze względu na sposób trawienia karpi. Karp nie posiada żołądka, przewód pokarmowy tej ryby ma odczyn zasadowy na całej długości, czyli przystosowany jest do trawienia pasz węglowodanowych. Jednakże pasze te nie są zbyt zasobne w białko, a szczególnie

egzogenne aminokwasy, niezbędne do wzrostu karpi. Ponadto trawienie pasz węglowodanowych, zawierających również białko, wymaga pewnej ilości enzymów trawiennych. Zarówno niezbędne aminokwasy egzogenne jak i w pewnej mierze enzymy trawienne karp uzupełnia sobie ze zjadanego pokarmu naturalnego. Ponieważ ilość tego pokarmu jest ograniczona, a odnowa zasobów długotrwała, maksymalne wykorzystanie zasobności naturalnej ma kluczowe znaczenie w uzyskiwanych wynikach produkcyjnych. Na żyzność stawów wpływa w bardzo dużym stopniu zasobność gleby dna stawowego jak również charakter terenów, z których spływa woda zasilająca stawy. Im żyźniejsze dno stawowe i im żyźniejsze gleby wokół stawów tym wydajność naturalna wyższa. Różnice pomiędzy poszczególnymi regionami, obiektami stawowymi czy nawet stawami w jednym obiekcie mogą być bardzo duże i wynosić nawet setki kilogramów z 1 ha. Najżyźniejsze są stawy położone na glebach pszenno-buraczanych i zasilane z pól o takiej charakterystyce. Ich wydajność może dochodzić nawet do 1000 kg/ha, ale jest ich w Polsce bardzo mało, ponieważ stawy karpiowe niemal zawsze budowano na gruntach nieprzydatnych lub o znikomej przydatności do produkcji rolnej. Najgorsze stawy, położone na torfach i zasilane wodą z lasów szpilkowych lub torfowisk, mają wydajność naturalną na poziomie 50-100 kg/ha. Dlatego niezmiernie istotne jest, aby hodowca nie dopuszczał do zmniejszania potencjału swoich stawów np. na skutek związania pierwiastków biogennych w dnie stawowym.

Ilustruje to wykres nr 2 obrazujący zmiany wydajności naturalnej stawu spuszczalnego i osuszalnego, posadowionego na glebie gliniastej, w zależności od charakteru zlewni.



Wykres 2. Zmiany wydajności naturalnej stawu o dnie gliniastym zasilanego ze zlewni o różnym charakterze (w kg/ha, wg Staffa 1930, zmienione)

Przy podobnej charakterystyce dna stawowego różnice w wydajności naturalnej stawów sięgają 200% w zależności od tego jakiej żyzności wodą zasilany jest dany staw.

7.2 Poziom tlenu w wodzie

Zawartość tlenu w wodzie jest, obok termiki wody, głównym czynnikiem wpływającym na dobrostan, przyrosty, stan zdrowia i wyniki produkcyjne ryb.

Zastosowanie innowacyjnych technologii probiotycznych do redukcji ilości osadów może wpływać korzystnie na zawartość tlenu w wodzie w stawach. Zmniejszenie ilości mułu podnosi ilość tlenu zawartego w wodzie, ponieważ nie jest on zużywany na rozkład materii organicznej. Tym samym znacznie polepszają się warunki do wzrostu karpi, co także przekłada się na uzyskiwane wyniki chowu. Dla karpi właściwy poziom natlenienia wody do oddychania i innych procesów metabolicznych wynosi co najmniej 65-70% (Wojda 2006). W temperaturze 20oC, optymalnej do wzrostu karpi, jest to około 7 mg tlenu w każdym litrze wody. Karpie mają zapewniony dobrostan.Trawienie jest przy tym bardziejefektywne, a przyswajanie strawionej paszy lepsze. Zmniejszenie ilości rozpuszczonego tlenu do 30% powoduje zmniejszenie żerowania ryb jak również gorsze przyswajanie paszy. Spadek zawartości tlenu poniżej 2-3 miligramów, czyli do około 20% natlenienia, jest niebezpieczny dla zdrowia i życia karpi. Dlatego też redukcja osadów dennych, do rozkładu których wykorzystywany jest tlen fizycznie rozpuszczony w wodzie, sprzyja poprawie wyników produkcyjnych poprzez poprawę warunków tlenowych w stawie i lepsze przyswajanie podawanej paszy.

8. Zastosowanie probiotechnologii w żywieniu ryb

8.1. Prawidłowe trawienie i zdrowie ryb

Kompozycje pożytecznych mikroorganizmów można stosować bezpośrednio do paszy, xktóra podawana jest rybom. Warto w tym miejscu zaznaczyć, że kompozycje pożytecznych mikroorganizmów dopuszczone są do stosowania nie tylko w zwykłych obiektach stawowych, konwencjonalnych, ale również w przypadku tych gospodarstw, w których chów ryb prowadzony jest według wymogów przyjętych w ekologicznej akwakulturze (Rozporządzenia WE 883/2007,

WE 889/2008, WE 710/2009).

Na podstawie światowych doświadczeń i wyników badań prowadzonych na rybach, wielkość dawki KPM określić można na ok.2-3 litrów na tonę podawanej karmy. W dokarmianiu karpi z reguły stosowane jest zboże. Aby pasza została odpowiednio nasączona kompozycjami pożytecznych mikroorganizmów powinna być przez pewien czas poddana działaniu roztworu kompozycji pożytecznych mikroorganizmów. W przypadku pełnego ziarna proces ten powinien trwać nawet kilkanaście godzin, co znacząco utrudnia i jednocześnie dezorganizuje sposób dokarmiania ryb. Dlatego też lepszym rozwiązaniem jest wstępne rozdrobienie zbóż, śrutowanie dla narybku oraz płatkowanie dla ryb starszych. Dzięki temu proces nasączania karmy można skrócić do 2-3 godzin i z powodzeniem przygotować i zadawać paszę według normalnego harmonogramu karmienia. W doświadczeniach prowadzonych w Pracowni Ichtiobiologii i Rybactwa SGGW w Warszawie wykazano, że dodatek KPM:

- wpływał korzystnie na przyrosty jednostkowe narybku, kroczków i trzyletniej handlówki karpi,
- powodował zmniejszenie współczynników pokarmowych,
- w ogólnym bilansie powodował obniżenie kosztów żywienia karpi konsumpcyjnych (Cieśla i in. 2012, 2013, 2014).

Ilustrują to poniższe tabele.

Tabela 1. Wpływ podawania kompozycji pożytecznych mikroorganizmów na wyniki chowu narybku jesiennego karpi przy obsadzie narybku letniego 15000/ha.

Rodzaj żywienia	Przeżywalność (%)	Przyrost jednostkowy (g/szt.)	Wydajność (kg/ha)
pokarm naturalny	41	46	282
zboże	45	55	371
zboże + KPM	64	66	633

Zastosowanie kompozycji pożytecznych mikroorganizmów w żywieniu narybku karpi w istotny sposób poprawiło przeżywalność narybku oraz przyrosty jednostkowe odławianych ryb, średnio o około 20%. W rezultacie produkcja narybku ze stawów, w których zastosowano w paszy KPM była ponad dwa razy wyższa niż w przypadku stawów nie dokarmianych i niemal dwukrotnie wyższa niż w stawach, w których stosowano tylko zboże. Uzyskane dane wskazują, że po podaniu KPM poprawie uległa zdrowotność tego rocznika ryb, na co wskazuje wyższa ich przeżywalność. Ocena tego działania i wyciągnięcie takiego

wniosku są niestety możliwe dopiero po odłowie jesiennym, bowiem w trakcie sezonu hodowlanego śnięcie narybku karpia może przebiegać bezobjawowo, gdyż śnięty narybek utkwi po prostu w mule/osadach dennych, nie wypływając w ogóle na powierzchnię wody, przez co nie będzie to zauważone przez hodowcę. Zaobserwowano również zwiększone przyrosty masy jednostkowej ryb. Jest sprawą oczywistą, że zdrowa ryba nie ma przerw w żerowaniu, co skutkuje wyższymi przyrostami masy ciała. A zatem podawanie tego rodzaju probiotyków jest zasadne i powinno spowodować ich powszechne stosowanie w hodowli ryb.

Tabela 2. Wpływ podawania kompozycji pożytecznych mikroorganizmów na wyniki chowu kroczków karpi przy obsadzie narybku 2500/ha.

Rodzaj żywienia	Przeżywalność (%)	Przyrost jednostkowy (g/szt.)	Odłów (kg/ha)
pokarm naturalny	46	658	497
zboże	100	1327	1324
zboże + KPM	100	1421	1408

Podobnie jak w przypadku narybku zastosowanie kompozycji pożytecznych mikroorganizmów w skarmianej paszy w istotny sposób wpłynęło na wyniki produkcyjne kroczków, szczególnie na przeżywalność. W rezultacie, przy zbliżonych przyrostach jednostkowych jak na samym zbożu, produkcja ze stawów, w których karpie żywiono paszą zawierającą dodatek kompozycji pożytecznych mikroorganizmów, była wyższa o około 15%. Drugi rok cyklu hodowlanego karpia jest szczególnie narażony na zwiększone straty, a w konsekwencji stosunkowo niską przeżywalność ryb tego rocznika. Kroczek karpia w tym okresie znacznie zwiększa swoją masę ciała w stosunku do masy jednostkowej narybku. Bardzo często występują wówczas niedobory witamin lub niektórych aminokwasów, co w konsekwencji obniża odporność nieswoistą tego rocznika karpia i skutkuje zwiększoną podatnością na wystąpienie niektórych chorób. Dlatego należy właśnie w tym czasie, z przedstawionych powyżej powodów, podawać tym rybom odpowiednie preparaty stymulujące ich odporność naturalną (tzw. nieswoistą), w tym także odpowiednie kompozycje pożytecznych mikroorganizmów.

Tabela 3. Wpływ podawania KPM na wyniki odłowu handlówki karpi przy obsadzie kroczków 1000/ha.

Rodzaj żywienia	Przeżywalność (%)	Przyrost jednostkowy (g/szt.)	Odłów (kg/ha)
pokarm naturalny	46	658	497
zboże	100	1327	1324
zboże + KPM	100	1421	1408

Również w przypadku trzyletnich karpi dodatek kompozycji pożytecznych mikroorganizmów przyniósł pozytywny efekt w postaci wyższych o około 10% przyrostów jednostkowych. Jednocześnie zmniejszeniu uległ współczynnik pokarmowy, czyli ilość karmy zużytej na 1 kg przyrostu karpi, o 5-15 % w zależności od wieku ryb. Tym samym zmniejszony został koszt produkcji ryb, co ilustruje tabela 4.

Tabela 4. Koszt (w zł) paszy zużytej na uzyskanie karpi handlowych od narybku, poprzez kroczki do ryb towarowych w trzyletnim cyklu (ceny wg danych w 2013 r.

Rodzaj żywienia	Zboże	Zboże + KPM
narybek	1,8	2,0
kroczki	2,0	1,6
handlówka	2,7	2,4
Razem	6,5	6,0

Zastosowanie kompozycji pożytecznych mikroorganizmów spowodowało zmniejszenie zużycia paszy o około 0,5 zł na każdy kilogram wyprodukowanych karpi, według cen zboża w roku 2013. Liczba ta nie jest być może zbyt imponująca, jeżeli myślimy o 1 kilogramie ryb. Jednakże przy średniej produkcji karpi handlowych, wynoszącej około 650 kg/ha jest to zysk około 300zł/ha przy wydatku kilkunastu złotych na zakup kompozycji pożytecznych mikroorganizmów. Uzyskanie takiego wyniku przez hodowcę pozwoli ponadto, aby był on bardziej konkurencyjny na rynku, który jak powszechnie wiadomo nie jest łatwym rynkiem.

8.2. Mniejsze i lżejsze odchody

W dostępnej autorom literaturze brak jest informacji dotyczącej wpływu

stosowania konsorcjów pożytecznych mikroorganizmów na wielkość oraz strukturę odchodów ryb. Pojęcie „mniejsze odchody" jest względne i nie jest opisywane w piśmiennictwie fachowym. Pojęcie „lżejsze odchody" jest swego rodzaju określeniem żargonowym, również nie używanym w piśmiennictwie profesjonalnym. Być może używający tego określenia mają na myśli bardziej efektywne trawienia paszy, lecz nie jest to takie jednoznacznie proste, ponieważ proces trawienia zależy od zbyt wielu różnych czynników i okoliczności (temperatura wody, stan zdrowia ryb, poziom sekrecji soków trawiennych, sposób żerowania, rodzaj pasz, ilość pobranej paszy, wahania temperatury ciała ryby, itp., itd., itp.), by można było w sposób uczciwy i jednoznaczny wykazać w tym przypadku jakiekolwiek zależności.

8.3 Poprawa walorów smakowych mięsa karpi

Powodem, dla którego celowe jest stosowanie kompozycji pożytecznych mikroorganizmów w zwalczaniu nadmiaru osadów w dnie jest także zwalczanie odorów, jakie towarzyszą procesom rozkładu beztlenowego gromadzącej się na dnie materii organicznej. Powodują one, że mięso karpi hodowanych w takich warunkach nabiera nielubianego przez konsumentów mulistego aromatu. Wartość rynkowa takich ryb jest niska, a dodatkowo partie „aromatyzowanych" karpi bardzo skutecznie psują rynek konsumencki, powodują niechęć dla karpi jako takich. Dlatego też wyeliminowanie stref beztlenowych, poprzez zastosowanie kompozycji pożytecznych mikroorganizmów, będzie mieć pozytywny wpływ nie tylko na ilość wyhodowanych ryb. Wpłynie również na ich jakość, wartość konsumencką oraz będzie służyć promocji wizerunku karpi jako ryb o wybitnych walorach zdrowotnych, ale też i konsumpcyjnych.

9. Zastosowanie probiotechnologii w wylęgarni i na tarliskach

9.1. Odpowiednia jakość wody, prawidłowa wentylacja i dotlenienie ikry

Kompozycje pożytecznych mikroorganizmów (KPM) mogą być także zastosowane w postaci ceramiki, czyli porowatych koralików nasączanych mikroor-

ganizmami, a następnie wypalanych. Wkłady z ceramiką zawierającą pożyteczne mikroorganizmy można stosować w postaci wkładów filtracyjnych, przez które przepływa woda. Dotyczy to tych działów wylęgarnictwa, w których stosuje się krótkotrwałe manipulacje, kilkunastogodzinne lub kilkudniowe, takie jak pozyskiwanie ikry czy też jej inkubacja, i w których zwykle nie stosuje się biologicznej filtracji wody celem jej uzdatniania. Taka ceramika od kilku lat stosowana jest w obiekcie hodowlanym Żurawia p. Ryszarda Krępskiego. W wylęgarni hodowca całą wodę znajdującą się w zamkniętym obiegu, system recyrkulacyjny RAS, przepuszcza przez wkłady filtracyjne. Po włączeniu KPM do systemu uzdatniania wody w wylęgarni hodowca stwierdził istotny wzrost ilości pozyskiwanego wylęgu, podstawowego materiału hodowlanego, wykorzystywanego do obsadzania stawów. Pozytywny efekt działania kompozycji pożytecznych mikroorganizmów przejawia się w niemal całkowitym wyeliminowaniu pleśniawki, bardzo niebezpiecznej choroby grzybiczej, która rozwijać się może zarówno na tarlakach jak i na ikrze, a dla której doskonałą pożywką są wszelkiego rodzaju osady organiczne. Nastąpiło także polepszenie natlenienia wody przy niezmienionym systemie jej napowietrzania. Jest to najprawdopodobniej efekt podobny, jaki następuje w dnie stawowym, czyli redukcji ilości osadów. W układach recyrkulacyjnych osady odkładają się m in. we wszelkiego rodzaju zbiornikach, ale także na ściankach systemu rur, którymi rozprowadzana jest woda. O ile zbiorniki są łatwe do umycia i utrzymania w czystości, to mycie rurociągów nastręcza bardzo dużo trudności i wymaga zastosowania bardzo agresywnych środków myjących, które można zastosować wówczas, gdy w układzie nie ma ikry lub ryb.

Problem ten wydaje się być szczególnie ważny, ze względu na rozwój w ostatnich latach wylęgarnictwa ryb w warunkach sztucznych, w tym karpia, suma, szczupaka, jesiotra, lina, karasia, jazia, ryb reofilnych i wielu jeszcze innych gatunków. Rozwój ten uniezależnił prowadzenie rozrodu od zmiennych, często bardzo niekorzystnych warunków klimatycznych, jednocześnie nastąpił wzrost przypadków zaburzeń w podchowie uzyskanego w ten sposób wylęgu, spowodowanych występowaniem w zamkniętym lub półotwartym obiegu wody w wylęgarni nadmiernych ilości materii organicznej, co zagraża pogorszeniem warunków tlenowych w wodzie i występowaniem zakażeń bakteryjnych u tych ryb, a w konsekwencji, z reguły do bardzo wysokich strat hodowlanych. Przeprowadzone w ostatnich latach w Zakładzie Chorób Ryb badania naukowe, dotyczące tego problemu, wykazały, że główną przyczyną zakażeń są bakterie z rodzaju *Aeromonas*, *Acetinobacter* i *Schewanella*, które stwierdzano zarówno w wodzie jak i przy wylęgu. Największą liczbę bakterii stwierdzano w obiegu inkubacyjnym, w okresie pierwszych 36 go-

dzin od rozpoczęcia wykluwania się ryb, kiedy do wody przedostaje się bardzo duża ilość płynu z komórki jajowej. Liczba bakterii rośnie wówczas lawinowo. W obiegu wody dla podchowalni liczba bakterii również wzrastała, ale w znacznie mniejszym stopniu w porównaniu do obiegu inkubacyjnego. Należy przy tym nadmienić, że w jajach rybich - ikrze i nasieniu samców ryb - mleczu w ogóle nie spotkano bakterii chorobotwórczych dla ryb, a w zbiorniku wodnym uzupełniającym wodę dla różnych obiegów tej wylęgarni stwierdzano jedynie śladowe ilości bakterii i to tylko z rodzaju *Aeromonas*.

Przedstawione powyżej wyniki badań wskazują jednoznacznie, że wylęg w obiegu inkubacyjnym powinien przebywać jak najkrócej, że wszystkie aparaty wylęgowe powinny być obsadzane w jednym czasie (bez „dokładania" zapłodnionej ikry co parę dni), że jest duża potrzeba przeprowadzania dezynfekcji obiegów po każdym cyklu lub stosowania w filtrach kompozycji pożytecznych mikroorganizmów. Powinno to niewątpliwie poprawić przeżywalność uzyskiwanego w wylęgarni wylęgu, jak również będzie miało dodatni wpływ na stan zdrowia tych ryb w dalszych etapach hodowli.

9.2. Wysoki poziom klucia ikry do podchowu wylęgu

Autorom niniejszego opracowania nie są znane dane dotyczące pozytywnego jak i negatywnego wpływu konsorcjów pożytecznych mikroorganizmów na efektywność wykluwania się larw ryb oraz jakość wylęgu uzyskiwanego z ikry poddawanej działaniu mikroorganizmów. Na podstawie ustnych informacji uzyskanych od p. Ryszarda Krempskiego (z Ośrodka Zarybieniowego" Żurawia") można natomiast stwierdzić, że zastosowanie konsorcjów pożytecznych mikroorganizmów w formie ceramiki umieszczanej w układzie recyrkulacyjnym powoduje spadek ilości osadów krążących w wodzie. Pośrednio, poprzez poprawę ogólnych warunków inkubacji, dodatek mikroorganizmów może mieć wpływ na lepszą przeżywalność ikry. Jest ona bowiem bardzo wrażliwa na zamulenie. Lepsze warunki rozwoju jaj oraz lepszej jakości ikra umożliwiają z pewnością uzyskiwanie bardziej żywotnego wylęgu, co może mieć wpływ na jego przeżywalność.

10. Przykłady dobrych praktyk w chowie i hodowli ryb

10.1. Dobre praktyki w zakresie organizacji cyklu chowu karpi

Charakterystyczną cechą stawowej gospodarki karpiowej jest jej etapowość, czyli osiąganie przez rosnące karpie kolejnych etapów (faz) wzrostu. Wiąże się to z przenoszeniem rosnących ryb do kolejnych stawów, dostosowanych do wymogów danej kategorii wiekowej karpi. Odbywa się to w coraz mniejszym zagęszczeniu, aby zapewnić obsadzonym rybom dostęp do pokarmu naturalnego o odpowiedniej ilości i wielkości. Metoda ta znana jest pod nazwą metody Dubischa (Dubisza) i obejmuje kilkukrotne odłowy (przesadzanie) ryb od momentu tarła do chwili uzyskania karpi konsumpcyjnych.

Zdjęcie 9. Zdjęcia lotnicze nie pozostawiają cienia wątpliwości, że stawy rybne to twór ludzkich rąk, niezależnie od tego ile wieków temu zostały wybudowane. Pomimo regularnych kształtów stawy karpiowe stanowią mozaikę środowisk, żerowisk i schronień, a taka „łata" wody rzucona w monotonny krajobraz rolniczy przyciąga organizmy żywe niczym magnes.

Na zdjęciu lotniczym kompleks stawów typu karpiowego to mozaika zbiorników o zróżnicowanej powierzchni, chociaż geometrycznych kształtach. W tabeli nr 5 przedstawiono kategorie stawów w pełnym cyklu chowu karpia wg. Dubischa w chowie dwu i trzyletnim. W tabeli nr 6 przedstawiono czas użytkowania oraz terminy napełnienia wodą poszczególnych kategorii stawów karpiowych.

Tabela 5. Kategorie stawów występujące w pełnym cyklu chowu karpi wg. metody Dubischa, ich udział procentowy w strukturze powierzchni gospodarstwa oraz zalecana głębokość (wg. Wojdy 2006).

Kategoria stawu karpiowego	Udział w powierzchni (%)		Głębokość (m)	
	cykl chowu			
	dwuletni	trzyletni	od	do
Tarliska z ogrzewalnikiem – T	0,1 – 0,2	0,1 – 0,2	0,7	1,2
Przesadki pierwsze – PI	4-6	3 - 5	0,6	1,2 – 1,5
Przesadki drugie –PII	15 - 20	12 - 15	1,0	2,0
Zimochowy narybkowe – Z	3 - 4	2 - 3	1,5	2,0 – 2,5
Stawy kroczkowe – Kr	-	14 - 16	1 – 1,5	2,5 – 3,0
Zimochowy kroczkowe – Z	-	4 - 6	1,5	2,0 – 2,5
Stawy towarowe – T	66,6 – 76,3	51,6 – 63,3	1,5	2,5 – 3,0
Magazyny – M	0,5 - 1	0,5 - 1	2,0	2,5
Stawy odrostowe dla tarlaków	0,5 - 1	0,5 - 1	1,5	2,5
Stawy odrostowe dla selektów	0,1 – 0,2	0,1 – 0,2	1,5	2,5
Zimochowy dla tarlaków i selektów	0,5 – 1,0	0,5 – 1,0	2,0	2,5

Tabela 6. Czas użytkowania oraz terminy napełnienia wodą poszczególnych kategorii stawów karpiowych.

Kategoria stawu karpiowego	Zalew		Użytkowanie „pod pełnym napełnieniem”	
	Rozpoczęcie	Czas	Okres	Czas
Ogrzewalnik	10.V-25.VI	2 - 3 godz.	V -VII	do 20 dni
Tarliska	10.V-25.VI	1 godz.	V-VII	do 12 dni
Przesadki I	15.V-20.VI	2/3 objętości	V-VII	25 - 35 dni
Przesadki II	20.VI-1.VII	7 - 20 dni	VI-X	ok. 120 dni
Zimochowy narybkowe i kroczkowe	1.-15.IX	4 - 5 dni	IX- IV	ok. 170 dni
Stawy kroczkowe	20.II-1.III.	zależny od ilości wody	III-XI	ok. 250 dni
Stawy towarowe				
Magazyny	1.X-15.X.	1 – 5 dni	X - XII	ok. 90 dni
Stawy odrostowe dla tarlaków i selektów	1.III- 15.III	3 - 5 dni	III-XI	220 dni

Cykl wychowu karpi od rozrodu do uzyskania ryb konsumpcyjnych wynosi aż dwa lub trzy lata i jest w odniesieniu do innych gałęzi gospodarki zwierzęcej wyjątkowo długi. Dominującym jest cykl trzyletni, ponieważ umożliwia on uzyskiwanie karpi o masie około 1500g, czyli takich, jakich obecnie poszukują polscy konsumenci. Ryby uzyskiwane w cyklu dwuletnim osiągają z reguły masę około 1000g i są trudne w sprzedaży na naszym rynku. Dlatego też, pomimo iż cykl trzyletni wymaga większych nakładów finansowych i trwa dłużej, większość gospodarstw stawowych stosuje trzyletni cykl chowu.

Jeżeli obiekt stawowy posiada wszystkie kategorie stawów mówimy, że realizuje pełny cykl chowu (obrót towarowy, obrót hodowlany). Jeżeli z jakiś powodów dany obiekt nie posiada stawów wszystkich kategorii to wówczas realizuje obrót niepełny. Z reguły gospodarstwa kupują z innych obiektów materiał obsadowy, czyli wylęg lub narybek, rzadziej kroczki.

Zakup materiału obsadowego z zewnątrz wiąże się z dużym ryzykiem zawleczenia chorób razem z nabywanymi rybami. Dlatego też właściwa organizacja wychowu ryb może mieć duży wpływ na uzyskiwane wyniki. Właściwe przyporządkowanie poszczególnych stawów do kategorii hodowlanej zapewnia uzyskiwanie co roku odpowiedniej ilości materiału obsadowego i umożliwia ograniczenie całego cyklu hodowlanego do własnych ryb.

W ramach danego gospodarstwa hodowcy powinni w miarę posiadanych możliwości dążyć do wprowadzenia tzw. zasady stałych nurtów, czyli ściśle z góry określonego corocznego schematu przenoszenia ryb pomiędzy stawami poszczególnych kategorii. Innymi słowy ryby z przykładowej przesadki I „A" zawsze trafiają do przesadki II „B", potem są zimowane w stawie „C" i tak aż do osiągnięcia wielkości konsumpcyjnej. Wyznaczenie i konsekwentne trzymanie się zasady stałych nurtów jest bardzo trudne i wymaga nie tylko wiedzy, ale również stawów o odpowiedniej jakości co nie we wszystkich obiektach jest możliwe. Nie mniej jednak warto przynajmniej na części gospodarstwa wdrożyć tę zasadę organizacji chowu jako dobrą praktykę.

Istnieje szereg modyfikacji i odstępstw od przedstawionej metody Dubischa. Polegają one głównie na łączeniu ze sobą funkcji poszczególnych kategorii stawów np. obsadzanie stawów wylęgiem i odłów dopiero jesienią danego roku lub wiosną roku następnego. Wówczas jeden staw spełnia jednocześnie funkcję przesadki I, przesadki II oraz zimochowu narybkowego. Czasami jest to połączenie przesadki II, zimochowu narybkowego, stawu kroczkowego i zimochowu kroczkowego, czyli staw pozostaje pod wodą aż przez dwa lata. Tak długie użytkowanie sprzyja powstawaniu dużej ilości osadów, które nie ulegają mineralizacji w okresach odpoczynku stawów, czyli po spuszczeniu z nich wody. W takich przypadkach szcze-

gólnie cennym działaniem może być zastosowanie kompozycji pożytecznych mikroorganizmów „na wodę", aby przyspieszyć redukcję osadów i zapewnić właściwą jakość wody.

Należy jednak pamiętać, że wszelkie odstępstwa od sprawdzonej w ciągu lat praktyki metody Dubischa, zwiększają groźbę rozprzestrzeniania chorób. Pewną pomocą w ograniczaniu ryzyka wystąpienia chorób może być podawanie kompozycji pożytecznych mikroorganizmów w paszy dla karpi. W tabeli 7 przedstawiono wpływ podawania kroczkom karpia kompozycji pożytecznych mikroorganizmów w paszy na liczebność bakterii z rodzaju *Aeromonas* we krwi i w wątrobotrzustce w trakcie doświadczeń prowadzonych w Pracowni Ichtiobiologii i Rybactwa Szkoły Głównej Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie (Cieśla i in. 2012, 2013, 2014).

Tabela 7. Występowanie bakterii z rodzaju *Aeromonas* (liczba kolonii z posiewu) we krwi oraz w wątrobotrzustce kroczków karpi żywionych zbożem z dodatkiem kompozycji pożytecznych mikroorganizmów.

Grupa żywieniowa	Krew	Wątrobotrzustka
Pokarm naturalny	11	12
Zboże	11	5
Zboże + KPM	2	0

Hodowcy muszą jednak pamiętać, że stosowanie technologii mikrobiologicznych nie powinno być postrzegane jako „antidotum na wszelkie zło". Pomimo, że pozytywny wpływ kompozycji pożytecznych mikroorganizmów jest bardzo dobrze widoczny, to jednak stosowanie tych preparatów nie uchroni hodowcy przed konsekwencjami wynikającymi z niefrasobliwego obrotu materiałem hodowlanym czy też karpiami konsumpcyjnymi.

W przypadku konieczności zakupu materiału obsadowego karpi z zewnątrz, hodowcy nie powinni mieszać ze sobą ryb pochodzących z różnych obiektów. I o ile „zasada nurtów" może być przestrzegana to zasada niemieszania obsad musi być przestrzegana jako dobra praktyka hodowlana, aby uniknąć ryzyka rozprzestrzenienia chorób w obiekcie stawowym.

10.2. Dobre praktyki w zakresie gospodarki wodnej

W chowie karpi bardzo dużą rolę odgrywa sposób rozprowadzenia wody. Najlepszym i najbardziej polecanym jest układ niezależnego (indywidualnego) nawadniania i odprowadzania stawów. Polega on na tym, że woda z punktu uję-

cia doprowadzona jest siecią doprowadzalników oddzielnie do każdego stawu (Wieniawski i Drabiński 1989, Wojda 2006). Również każdy staw posiada oddzielny odpływ wody do odprowadzalnika bądź bezpośrednio do cieku. Taki sposób rozprowadzania wody umożliwia zalew i spuszczanie wody z każdego ze stawów w dowolnym czasie, daje możliwość doprowadzenia do każdego z nich czystej i świeżej wody, mogą być stworzone lepsze warunki sanitarne. Wadą tego sposobu jest wyższy koszt utrzymania (konserwacja doprowadzalników i odprowadzalników, większa liczba budowli, większe zużycie wody).

Innym sposobem rozprowadzania wody jest tzw. układ paciorkowy (różańcowy). Polega on na tym, że stawy funkcjonują jak „naczynia połączone". Najpierw napełnić należy staw położony najwyżej, następnie woda przelewa się do stawów położonych poniżej. Spuszczanie wody ze stawów odbywa się w sposób odwrotny, najpierw należy odwodnić staw położony najniżej. Ten sposób rozprowadzania wody, pomimo, że jest tańszy w utrzymaniu i bardziej wodooszczędny niż system niezależny, to ma bardzo istotną wadę. Jest nią bardzo duże zagrożenie przenoszenia chorób z wodą przelewającą się pomiędzy stawami.

Często w gospodarstwach karpiowych występują obydwa układy, niezależny i paciorkowy rozprowadzania jak i spuszczania wody. W takiej sytuacji niezależny system rozprowadzenia wody powinien obejmować przede wszystkim stawy narybkowe (przesadki I i przesadki II oraz zimochowy narybkowe), w następnej kolejności stawy kroczkowe, a systemem paciorkowym zaopatrywać stawy towarowe (Wojda 2006).

Należy pamiętać, że woda pobierana dla potrzeb stawów karpiowych nie jest zużywana (konsumowana) a jedynie wykorzystywana do utworzenia rybom środowiska bytowania, zaś jakość wody odprowadzanej ze stawów karpiowych jest dużo lepsza niż jakość wody pobieranej. Jakość tę dodatkowo można poprawić poprzez zastosowanie kompozycji pożytecznych mikroorganizmów do redukcji osadów dennych i przyśpieszania procesów ich mineralizacji, co omówiono wcześniej.

11. Dobra praktyka weterynaryjna w chowie i hodowli ryb

11.1 Uwarunkowania zdrowotne hodowli stawowej ryb słodkowodnych

Choroby były, są i będą istotnym elementem życia na ziemi, o czym świadczą ślady zmian patologicznych stwierdzane w materiałach wykopaliskowych zwierząt. Dotyczy to również ryb, bowiem zwierzęta te są bardzo uzależnione od środowiska w którym żyją, przez co są bardzo narażone na działanie wielu patogenów, powodujących różne choroby. Należy przy tym nadmienić, że stan zdrowia ryb jest jednym z głównych czynników decydujących o wynikach gospodarczych rybactwa śródlądowego.

Nauka o chorobach ryb (ichtiopatologia) jest jedną z młodszych dziedzin wiedzy weterynaryjnej. Dopiero w 1904 roku ukazał się pierwszy podręcznik o chorobach ryb. Autorem jego był profesor zoologii Wyższej Szkoły Weterynaryjnej i kierownik Biologicznej Stacji Doświadczalnej Rybactwa w Monachium dr Bruno Hofer. Polskie tłumaczenie tego podręcznika, zatytułowanego „Choroby ryb podług dr B. Hofera i innych" zostało wydane w 1907 roku przez Zygmunta Fiszera. W 1924 roku ukazał się drugi w historii ichtiopatologii podręcznik „Choroby ryb" napisany przez profesor, doktora medycyny weterynaryjnej Mariannę Plehn (1863-1946), urodzoną na Pomorzu, w rejonie Kwidzynia, w majątku rodzinnym Lubochin koło Świecia. Profesorowie Bruno Hofer i Marianna Plehn stworzyli fundamenty ochrony zdrowia ryb w Europie.

W Polsce duże, pionierskie, zasługi na polu nauki o chorobach ryb położyli przyrodnicy, tacy jak A. Wierzejski, K. Janicki, Z. Kulwieć i Teodor Spiczakow. Pierwsi trzej opracowali biologię organizmów wodnych i pasożytów, a profesor T. Spiczakow podał metody zapobiegania i zwalczania chorób ryb, dzięki czemu zostały stworzone realne podstawy do ochrony zdrowia ryb w gospodarstwach stawowych, na miarę ówczesnej wiedzy i możliwości. Uczniami profesora Teodora Spiczakowa byli profesor Stanisław Śnieszko, docent Tadeusz Bory-Miączyński oraz profesor Bronisław Kocyłowski. Profesor Stanisław Śnieszko losami drugiej wojny światowej rzucony do Stanów Zjednoczonych założył pierwsze w tym kraju laboratorium chorób ryb (działające dotychczas), wychował wielu następców i stworzył podwaliny ichtiopatologii w USA. Docent Tadeusz Bory-Miączyński

służył swoją wiedzą wielu hodowcom ryb działając w pracowni chorób ryb w Krakowie. Profesor Bronisław Kocyłowski stworzył w Puławach Zakład Chorób Ryb w ówczesnym Wydziale Weterynaryjnym Państwowego Instytutu Naukowego Gospodarstwa Wiejskiego w Puławach, który potem stał się Państwowym Instytutem Weterynaryjnym w Puławach. Profesor Bronisław Kocyłowski opracował projekt pierwszego w Polsce rozporządzenia Ministra Rolnictwa i Reform Rolnych z dnia 20 lipca 1937 roku o włączeniu posocznicy karpi do chorób podlegających obowiązkowi zgłaszania i o zwalczaniu tej choroby (Dz.U. Rz. P. nr 77, poz. 673). Opracował on zasady zwalczania tej groźnej choroby ryb, napisał wspólnie z doc. Tadeuszem Bory-Miączyńskim podręcznik (drugi w języku polskim po podręczniku profesora Bruno Hofera) „Choroby ryb i raków" (Kocyłowski i Miączyńsk, 1960) oraz wychował wielu polskich ichtiopatologów. Podręcznik profesora Bronisława Kocyłowskiego został przetłumaczony na język węgierski i wydany w 1965 roku na Węgrzech.

Choroby ryb występowały od wielu, wielu lat w gospodarstwach rybackich zarówno Polski jak i innych państw Europy. Świadczy, między innymi, o tym zapis dokonany przez Wacława Sikorskiego (1899) „niewidzialne drobnoustroje są powodem wielu chorób", dodając przy tym „których znajomość jest prawie żadna". Na początku XX wieku pojawiają się jednak pierwsze opisy tych chorób. Jeszcze przed pierwsza wojną światową zaobserwowano i opisano sporadyczne epizootie w Niemczech, Serbii, Chorwacji, Czechach, Słowacji, Holandii, Rosji, w krajach skandynawskich oraz w Polsce, które powodowały masowe śnięcia ryb, głównie karpi i w związku z tym duże straty gospodarcze.

W Polsce chorobę tę nazwano chorobą lubelską lub rzadziej chorobą kielecką, ponieważ pierwsze duże śnięcia karpi spowodowane przez tę epizootię i największe w związku z tym straty wystąpiły na Lubelszczyźnie i Kielecczyźnie. W wyniku przeprowadzonych na początku lat trzydziestych badań Spiczakow i Bory-Miączyński (1933) wykazali infekcyjne tło tej choroby, opisali morfologiczne i biologiczne cechy zarazka oraz charakterystyczne objawy kliniczne i zmiany anatomo-patologiczne. Badania te kontynuował profesor Kocyłowski, który stwierdził, że środowisko wodne jest jednym ze źródeł infekcji, a wyniki usposabiające takie jak transport ryb, wahania temperatury, złe warunki zimowania oraz inwazje pasożytów, mają bardzo duże znaczenie w występowaniu tej choroby, którą wówczas nazwano posocznicą karpi. Uzyskane wyniki badań stanowiły podstawę do opracowania przez profesora Kocyłowskiego zasad zwalczania tej groźnej choroby. Badania te zostały potwierdzone przez innych badaczy, między innymi przez profesora Schäperclaus`a, czołowego w tym czasie ichtiopatologa Niemiec i autorytetu naukowego na miarę Europy i świata, w latach 40-tych i 50-tych XX wieku.

Od tamtego czasu nastąpił olbrzymi postęp w rozwoju nauk w zakresie patologii ryb. Poznano i opisano istotę oraz przyczyny wielu chorób ryb, opracowano wiele sposobów zwalczania chorób ryb, wprowadzono system zwalczania z urzędu szczególnie groźnych, zaraźliwych chorób, zarówno w Polsce, jak i w innych krajach. Zostało opracowane i wydane wiele dyrektyw i rozporządzeń Komisji Unii Europejskiej, które określają szczegółowo zasady zwalczania chorób ryb. Te akty prawne UE stanowią podstawę do unormowań prawnych z tego zakresu w poszczególnych krajach członkowskich oraz zobowiązują te kraje do ich wydania i wprowadzenia w życie. Zwalczanie bowiem szczególnie niebezpiecznych dla życia ryb, a przy tym zwykle bardzo łatwo rozprzestrzeniających się patogenów, to nie jest sprawa tylko jednego zbiornika wodnego, stawu czy gospodarstwa. Często bowiem choroby powodowane przez te patogenny obejmują olbrzymie obszary danego państwa, a nawet rejony świata. Przykładem tego jest np. wirusowa posocznica krwotoczna łososiowatych (VHS) lub występująca już w wielu krajach jednostka chorobowa zwana zakażeniem herpeswirusem koi (KHV), która jest dowodem na możliwość pojawiania się nowych chorób ryb, nawet we współczesnych nam czasach. Występuje ona bowiem w świecie dopiero od 18 lat, a w Europie od 11 lat (Antychowicz 2007).

Każda intensyfikacja hodowli ma niewątpliwy wpływ na warunki zdrowotne ryb w trakcie tego procesu, a w konsekwencji na wielkość odłowu, a także dobrostan tych zwierząt wodnych. Dlatego bardzo ważnym zagadnieniem w tej sytuacji staje się przestrzeganie zasad dobrej praktyki weterynaryjnej, celem zapewnienia zdrowia ryb, a przez to również bezpieczeństwa wyrobów rybnych dla człowieka. Każdy rodzaj żywności musi być bowiem bardzo bezpieczny dla osób ją spożywających. W przypadku hodowli i chowu ryb wiąże się to głównie z:

- stanem zdrowia ryb,
- jakością paszy dla ryb,
- jakością wody w stawach lub innych zbiornikach wodnych,
- dobrostanem ryb w trakcie procesu ich hodowli i chowu.

11.2. Potrzeba dobrej praktyki weterynaryjnej

Zagadnienia te były od wielu lat przedmiotem zainteresowania i specjalistycznego nadzoru, obecnie używa się określenia „urzędowej kontroli", odpowiednich służb weterynaryjnych. W ostatnich latach nabrały one jednak szczególnie dużego znaczenia, ze względu na znaczny wzrost wielkości chowu i hodowli ryb, jak i dokonaną w ostatnich latach aktualizację przepisów z zakresu warunków

zdrowotnych żywności (w tym żywności pochodzenia rybnego) oraz konieczność dostosowania działań w tej dziedzinie i regulacji prawnych do wymagań weterynaryjnych Unii Europejskiej, które są zawarte w dyrektywach 91/493 EEC, 93/54 EEC, 95/22 EEC, 97/79 EEC, 98/45 EEC, 2006/88/WE i innych. Te akty prawne wraz z wydanymi następnie na ich podstawie rozporządzeniami i decyzjami Komisji UE regulują kompleksowo wymagania w zakresie zdrowia zwierząt akwakultury (w tym ryb) i wyrobów akwakultury oraz zapobiegania niektórym chorobom zwierząt wodnych i zwalczania tych chorób.

11.3. Konieczność dostosowania poziomu ochrony zdrowia ryb do wymagań weterynaryjnych UE

Polska, jak każdy przystępujący do Unii Europejskiej kraj, była zobowiązana do przyjęcia całego dorobku prawnego Unii. Dotyczy to oczywiście regulacji prawnych z dziedziny ochrony zdrowia ryb oraz warunków ich hodowli mających niewątpliwie istotny wpływ na jakość i bezpieczeństwo zdrowotne ryb przeznaczonych do konsumpcji, ich przetwórstwa i obrotu handlowego (Bykowski i Lorek 2004). W związku z tym w roku 2008 zastała dokonana nowelizacja ustawy o ochronie zdrowia zwierząt oraz zwalczaniu chorób zakaźnych zwierząt (ustawa, 2004; ustawa, 2008), zgodnie z zaleceniem dyrektywy Rady (dyrektywa, 2006). Wydano też szereg rozporządzeń Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi szczegółowo regulujących poszczególne obszary prawa zawarte w przedstawionej powyżej dyrektywie, a także nowelizowanej ustawie. Dotyczy to szczególnie wymagań weterynaryjnych dla prowadzenia działalności w zakresie akwakultury (rozporządzenie 2008a), sposobu ustalania weterynaryjnego numeru identyfikacyjnego (rozporządzenie 2008b), nadzoru weterynaryjnego nad hodowlą i chowem ryb (rozporządzenie 2008a i 2009), sposobu zwalczania zakaźnych, szczególnie groźnych chorób zwierząt akwakultury (rozporządzenie 2009) oraz innych zagadnień związanych z tym rodzajem działalności gospodarczej.

11.4. Minimalne warunki wprowadzania na rynek ryb i przetworów rybnych

Wprowadzenie na rynek UE ryb i przetworów rybnych wymaga spełnienia następujących warunków (dyrektywa Rady 2006/88/WE z 24.10.2006r.; ustawa z 11.03.2004 r. wraz z późn. zm.):

- Ryby nie mogą wykazywać żadnych objawów klinicznych choroby.
- Ryby pochodzą z gospodarstw, w których nie stwierdzono podwyższonej ich śmiertelności.
- Nie są rybami, które powinny być zabite lub poddane unieszkodliwieniu w związku ze zwalczaniem chorób zakaźnych tych zwierząt.
- Dopuszcza się umieszczenie na rynku ryb przeznaczonych do chowu lub hodowli pochodzących z gospodarstw, w których stwierdzono podwyższoną śmiertelność, jeżeli:
- pochodzą z części gospodarstwa, która nie jest powiązana z jednostką epizootyczną, w której stwierdzono podwyższoną śmiertelność,
- w wyniku przeprowadzonej przez powiatowego lekarza weterynarii analizy ryzyka stwierdzono, że ryby te nie stwarzają zagrożenia dla zdrowia ryb w miejscu przeznaczenia.

11.5. Wpływ stanu zdrowia ryb na bezpieczeństwo zdrowotne konsumenta

Według dyrektywy 2006/88/WE z 24 października 2006 r. oraz ustawy z 11 marca 2004 r. (wraz z późn. zmianami) ryby przeznaczone do sprzedaży nie mogą wykazywać żadnych objawów klinicznych choroby. Jest to warunek nie budzący żadnych wątpliwości, bowiem choroby ryb słodkowodnych zarówno tła zakaźnego jak i powodowane przez pasożyty, mogą występować i występują u tych zwierząt wodnych zarówno w warunkach naturalnych (w rzekach, jeziorach, a także morzach i oceanach) jak i w hodowli stawowej (Antychowicz 1996, Antychowicz 2007, Kocyłowski 1960, Prost 1994, Żelazny 2002a), podobnie jak to ma miejsce u innych zwierząt. Istotne jest przy tym to, że nie ma w przypadku chorób ryb zoonoz, tak jak to ma miejsce w odniesieniu do ssaków i ptaków (na przykład gruźlica, wścieklizna, BSE, grypa ptasia itp.). Choroby ryb mogą natomiast zmieniać na niekorzyść walory smakowe lub jakość mięsa i innych jadalnych części, przyczyniając się przy tym dodatkowo do wystąpienia tzw. odrażającego wyglądu i to dlatego ryby przeznaczone do konsumpcji „nie mogą wykazywać żadnych objawów klinicznych". Należy w tym miejscu wyraźnie podkreślić, że chodzi tu o choroby, które nie są zoonozami i nie przenoszą się oczywiście na człowieka, ale mają one jednak niewątpliwie ujemny wpływ na jakość i wartość spożywczą części jadalnych ryby, takich jak: mięśnie, skóra i wątroba.

11.6. Przykłady i opis chorób ryb powodowanych przez wirusy i bakterie

Biorąc pod uwagę obecną sytuację epizotiologiczną zakaźnych chorób ryb zarówno w Polsce jak i na świecie dotyczy to przede wszystkim takich chorób jak:

- zakaźna anemia łososia – ISA (obrzęk i przekrwienie wątroby i śledziony, zmiany zwyrodnieniowe w wątrobie, wybroczyny w otrzewnej) – w Polsce dotychczas nienotowana,
- zakaźna martwica układu krwiotwórczego ryb łososiowatych - IHN (zmiany zwyrodnieniowe w wątrobie, nerkach i śledzionie) - w Polsce występuje sporadycznie,
- zakażenie herpeswirusem koi - KHV (przekrwienie skóry i skrzeli, martwica skrzeli, naloty śluzu na skórze) – bardzo groźna choroba karpi występująca w Polsce od 2004 roku w kilku regionach kraju, wyłącznie w okresie późnej wiosny i lata,
- wirusowa posocznica krwotoczna ryb łososiowatych – VHS i wiosenna wiremia karpia - SVC (obrzęk brzucha, wysadzenie gałek ocznych, nastroszenie łusek, wybroczyny oraz przekrwienia w mięśniach i na skórze) - w Polsce przez wiele lat bardzo rzadko występowały, ostatnio nastąpił gwałtowny wzrost ilości przypadków wirusowej posocznicy krwotocznej ryb łososiowatych.

Zdjęcie 10. Posocznica krwotoczna ryb łososiowatych.

- zakaźna martwica trzustki - IPN (pociemnienie skóry, rozdęcie powłok zewnętrznych, wysadzenie gałek ocznych i odbytu) – martwica trzustki w Polsce ostatnio coraz częściej notowana,
- ospa karpi (białawe guzki na skórze ryb, które potem powiększają się tworząc różnej wielkości naloty, mocno przytwierdzone do powłok zewnętrznych) - w Polsce w ostatnich latach występuje sporadycznie,

Zdjęcie 11. Ospa karpi.

- wrzodzienica łososiowatych (wybroczyny na skórze, guzowate obrzęki na powłokach zewnętrznych ryb, przechodzące w ropnie i owrzodzenia obejmujące swym zasięgiem skórę i mięśnie) - w Polsce jest rzadko notowana,
- erytrodermatitis (EC) (owrzodzenia obejmujące skórę i mięśnie) – ostatnio bardzo rzadko występuje w Polsce,

Zdjęcie 12. Erytrodermatitis

- flawobakterioza – dawniej fleksibakterioza (ogniska martwicy skóry i skrzeli, ogniskowe silne naloty śluzu, martwica końców płetw) – bardzo rzadko notowana w Polsce,
- posocznica MAS (wysadzenie gałek ocznych, nastroszenie łusek, płyn surowiczy w torebce łuski i jamie ciała) - występuje bardzo rzadko u karpi w Polsce, głównie na wiosnę,
- wibrioza (wybroczyny na skórze u podstawy płetw, rozległe, silne przekrwienia skóry, pociemnienie skóry, owrzodzenia skóry i mięśni) - występuje rzadko u ryb łososiowatych w Polsce,
- bakteryjna choroba nerek ryb łososiowatych - BKD (ogniska przekrwienia w mięśniach szkieletowych, w których następnie rozwija się martwica i powstają ogniskowe ubytki mięśni, zwane kawernami) - występuje bardzo rzadko u ryb łososiowatych w Polsce,

- jersinioza (wybroczyny i przekrwienie skóry w okolicy jamy gębowej i u nasady płetw, przekrwienie i ubytki mięśni) - ostatnio w Polsce występuje sporadycznie u ryb łososiowatych.

Zdjęcie 13. Jersinioza

11.7. Przykłady i opis chorób pasożytniczych

Spośród chorób ryb powodowanych przez pasożyty na uwagę zasługuje przy ocenie przydatności do spożycia:

- ichtioftirioza (zwiększona znacznie ilość śluzu, uszkodzenie naskórka, stany zapalne powierzchniowych warstw skóry) - u wszystkich gatunków ryb w Polsce,
- chilodonoza i gyrodaktyloza (zwiększona ilość śluzu w postaci niebieskawo-szarych nalotów, przekrwienia i płytkie ubytki skóry) – obecnie spotykana bardzo rzadko, może występować u wszystkich gatunków ryb w Polsce,
- botriocefaloza, kawioza i kariofiloza (widoczne podczas obróbki ryb tasiemce długości ok. 2-24 cm zlokalizowane w przewodzie pokarmowym) – czasami spotykane u ryb karpiowatych w Polsce,
- filometroidoza (ogniska przekrwienia na skórze ryb, widoczne podczas obróbki ryb samice nicienia długości do 8 cm) - obecnie rzadziej niż sporadycznie u karpia w Polsce,
- pijawczyca, arguloza i lerneoza (widoczne na skórze ryb pasożyty długości lub średnicy 0,5-4 cm, ogniska depigmentacji lub przekrwienia skóry) – spotykane są w Polsce stosunkowo rzadko.

11.8. Przykłady i opis chorób ryb tła grzybiczego

Zdjęcie 14. Spory grzyba Branchiomyces sanguinis (kulistego kształtu) zlokalizowane w naczyniu krwionośnym skrzeli ryby w przebiegu branchiomykozy

Spośród chorób grzybiczych istotne znaczenie dla przydatności ryb do spożycia ma jedynie pleśniawka, która jest powodowana przez chorobotwórcze dla tych zwierząt grzyby z rodzaju *Saprolegnia* i *Achlya*, które atakują wyłącznie uszkodzoną mechanicznie, chemicznie lub w wyniku infekcji bakteryjnych skórę. W dalszym przebiegu choroby strzępki grzybów wrastają w mięśnie, uszkadzając je oraz czyniąc rybę nieatrakcyjną do spożycia. Choroba spotykana w naszym kraju, chociaż ostatnio obserwuje się ją jedynie sporadycznie. Wynika to ze wzrostu poziomu wiedzy rybaków z zakresu zapobiegania chorobom ryb, a także z używania do przenoszenia i przewożenia ryb sprzętu i urządzeń (skrzynki, baseny itp.) o gładkich powierzchniach.

Mniejsze znaczenie ma w tym przypadku branchiomykoza, w przebiegu której chorobotwórczy wyłącznie dla ryb grzyb *Branchiomyces sanguinis* atakuje naczynia krwionośne skrzeli, a w konsekwencji powstają wylewy krwawe i martwica skrzeli oraz występują masowe śnięcia ryb. Ryby takie nie nadają się do spożycia, ponieważ ulegają bardzo szybkiemu rozkładowi gnilnemu, gdyż choroba ta występuje wyłącznie w okresie letnich upałów. Należy przy tym nadmienić, że branchiomykoza bywa notowana w ostatnich latach rzadziej niż sporadycznie, ze względu na znaczną poprawę kultury i higieny stawów hodowlanych przez hodowców tych zwierząt wodnych, co skutecznie zapobiega jej występowaniu.

11.9. Potrzeba dobrej praktyki weterynaryjnej w chowie i hodowli ryb

Przedstawiony stan rzeczy wykazuje w sposób nie podlegający dyskusji, potrzebę dobrej praktyki weterynaryjnej polegającej na udziale specjalistycznej służby weterynaryjnej w procesie hodowli oraz chowu ryb słodkowodnych. Celem

jest ograniczanie do minimum występowania, a także skutków występowania chorób u tego gatunku zwierząt. Wtedy bez obaw można wchodzić z atrakcyjnym i wartościowym środkiem spożywczym zarówno na rynek krajowy, jak i na rynki innych państw, w tym szczególnie Unii Europejskiej.

Dobra praktyka weterynaryjna polega w tym przypadku na następujących działaniach, mających na celu ochronę zdrowia ryb, a mianowicie:

- profilaktycznym stosowanie szeregu zabiegów/działań mających na celu niedopuszczenie do powstania schorzenia,
- terapii (leczeniu), czyli aktywnym, bezpośrednim działaniem na czynnik etiologiczny wywołujący dane schorzenie,
- działaniu z mocy prawa, prowadzonym w każdym państwie członkowskim Unii Europejskiej przez specjalnie powołany/wyznaczony organ, którym w Polsce jest Inspekcja Weterynaryjna, w przypadku wystąpienia chorób zwierząt (w tym zwierząt akwakultury) podlegających obowiązkowemu zwalczania.
- Terapia/leczenie i zwalczanie z mocy prawa chorób ryb jest prowadzone przez wyspecjalizowaną służbę weterynaryjną, a mianowicie przez lekarzy weterynarii – specjalistów chorób ryb oraz przez Inspekcję Weterynaryjną. Działania polegające na zapobieganiu chorobom ryb prowadzą natomiast wspólnie lekarz specjalista chorób ryb (ichtiopatolog) i hodowca ryb. Wydaje się, że na to działanie należy położyć większy nacisk niż na pozostałe, w myśl często powtarzanej maksymy „lepiej zapobiegać niż leczyć", bowiem każde wystąpienie choroby powoduje wzrost kosztów hodowli i stratę części obsady w wyniku z reguły masowych śnięć ryb. Dlatego w dalszej części niniejszego opracowania zostanie dość szczegółowo omówiona profilaktyka (zapobieganie) chorób tych zwierząt wodnych.

11.10. Główne działania profilaktyczne możliwe do zastosowania w chowie i hodowli stawowej ryb

Zagadnienie to obejmuje cały zespół działań prowadzących do stworzenia możliwie optymalnych warunków bytowania ryb (patrz rozdział poświęcony dobrej praktyce w chowie i hodowli ryb), unikania przy tym możliwości wystąpienia czynników usposabiających oraz wczesnego wykrywania zagrożenia chorobą. Pozwala to na podjęcie działań terapeutycznych i bardziej efektywną

terapię, a w konsekwencji na obniżenie lub zapobieżenie wystąpieniu dużych strat w hodowli. Działania te dotyczą przede wszystkim zapewnienia:

- dobrej zdrowotności ryb poprzez unikanie mieszania obsad materiału zarybieniowego różnego pochodzenia oraz zapewnienia rybom dobrych warunków środowiskowych (odpowiedni dla danego rocznika ryb poziom zalewu wody w stawie, dobra jakość wody itp.),
- ograniczenia przerzutów ryb między poszczególnymi gospodarstwami rybackimi oraz introdukcji ich nowych gatunków do wód śródlądowych do niezbędnych przypadków, z zapewnieniem jednocześnie przeprowadzenia badania stanu zdrowia wprowadzanych do gospodarstwa rybackiego tych zwierząt wodnych przez lekarza weterynarii – specjalistę chorób ryb, celem określenia ich stanu zdrowia,
- ograniczenia zakupu materiału zarybieniowego i ryb towarowych tzw. handlówki obsadzanej okresowo w stawach z innych krajów, szczególnie przy niedostatecznie poznanym stanie zdrowia tych ryb,
- okresowej kontroli stanu zdrowia ryb; szczególnie przed sprzedażą (przerzutem do innego gospodarstwa, rejonu kraju lub państwa członkowskiego UE), a poza tym w przypadku obsad o zmniejszonej wartości hodowlanej (obniżona kondycja, nosicielstwo pasożytów) oraz w przypadku obiektów hodowlanych zasilanych wodą zawierającą zanieczyszczenia organiczne pochodzenia komunalnego i przemysłowego (mleczarnie, gorzelnie, cukrownie, zakłady przetwórstwa owocowo-warzywnego) lub rolniczego (gnojowica z obór lub chlewni, gnojowniki bez płyty, opryski, nawozy sztuczne i inne); w sposób szczególny kontrola zdrowotności powinna obejmować zbiorniki wodne (stawy), w których w poprzednich latach występowały choroby zakaźne lub pasożytnicze,
- nadzoru weterynaryjnego wynikającego z obowiązującego w Polsce prawa oraz wymagań Unii Europejskiej,
- zgłaszania przez hodowcę ryb do Inspekcji Weterynaryjnej lub lekarza weterynarii wolnej praktyki, albo do terenowo właściwego urzędnika państwowego czy też samorządowego, każdego przypadku wystąpienia ponadnormatywnego śnięcia ryb, a także podejrzenia wystąpienia choroby podlegającej obowiązkowi zwalczania,
- stałego nadzoru nad jakością wody zasilającej stawy/zbiorniki wodne, bowiem zanieczyszczenia cieków wodnych prowadzą w konsekwencji do śnięcia ryb lub działają immunosupresyjnie na ich organizm, usposabiając do wystąpienia niektórych chorób, szczególnie tła zakaźnego,

- dobrych warunków transportu, który powinien być maksymalnie krótki z zapewnieniem prawidłowych, kontrolowanych warunków natlenienia wody oraz odpowiedniej proporcji masy przewożonych ryb do ilości wody,
- delikatnego obchodzenia się z rybami podczas odłowów i zarybiania, a także ich transportu; wszelkie urazy mechaniczne stanowią bowiem wrota dla zakażenia ryb wirusami, bakteriami i grzybami chorobotwórczymi,
- stałego nadzoru, zapewniającego delikatne obchodzenie się rybaków podczas przenoszenia lub przewożenia materiału matecznego, w tym zwłaszcza podczas okresu około godowego ryb,
- okresowego osuszania lub wymrażania dna stawu, jako swego rodzaju dezynfekcji naturalnej,
- okresowej dezynfekcji dna stawowego przy użyciu wapna palonego, co poprawia warunki sanitarne w stawie oraz powoduje eliminację ze środowiska wodnego różnych patogenów ryb,
- użytkowania/utrzymywania stawu napełnionego wodą nie dłużej jak 2 lata, a potem możliwie dokładne osuszenie dna i przez okres zimowy utrzymywania bez wody,
- okresowego odmulania dna stawu, czyli usunięcia odchodów ryb, obumarłego fito- i zooplanktonu oraz zawiesin organicznych naniesionych przez wodę lub wiatr,
- o ile to tylko jest możliwe corocznej uprawy dna stawu i ewentualne dokonywanie tzw. wsiewek zbóż lub roślin motylkowych, celem poprawy warunków sanitarnych oraz zwiększenia żyzności, co w konsekwencji spowoduje wzrost bazy pokarmu naturalnego w stawie – ma to szczególne znaczenie w przesadkach I i II,
- pogłębiania/renowacji rowów i łowisk w stawie oraz doprowadzalników wody do tych zbiorników wodnych,
- systematycznego koszenia roślinności twardej i miękkiej w stawie, celem poprawy warunków środowiskowych dla ryb (falowanie wody, wymiana gazowa) i zwiększenia objętości/ilości wody w tym zbiorniku wodnym,
- usuwania skoszonej roślinności ze stawu, który jest przeznaczony do zimowania ryb,
- racjonalnego dokarmiania ryb, z użyciem paszy dobrej jakości, nie porażonej pleśniami lub innymi grzybami, których toksyny są bardzo szkodliwe dla tych zwierząt wodnych. Dokarmianie ryb należy rozpo-

cząć możliwie wcześnie, to jest około 5 – 7 dni po zejściu lodu z zimochowu, pod ścisłą kontrolą pobierania podawanej paszy przez ryby,

- systematycznego kontrolowania pobierania paszy przez ryby w trakcie sezonu hodowlanego, celem uniknięcia zanieczyszczania karmiska poprzez niepobraną karmę, a ponadto pozwoli to na wychwycenie ewentualnego spadku żerowania ryb w wyniku utraty apetytu, jako podstawowego i często pierwszego objawu wielu chorób zakaźnych i środowiskowych,
- okresowej kontroli zawartości tlenu w wodzie danego zbiornika wodnego oraz w rzece zasilającej ten zbiornik, szczególnie w okresie upałów letnich, ale także i wiosennych. Częstotliwość prowadzonych badań powinna zależeć od poziomu zagrożenia deficytem tego życiodajnego pierwiastka, lub zagrożenia wynikającego z okresowych zrzutów oczyszczonej wody z oczyszczalni ścieków i innych użytkowników cieku wodnego,
- kontroli zawartości tlenu w wodzie stawu należy dokonywać również, a może przede wszystkim, na karmiskach, bowiem nawet niewielki spadek poziomu tlenu, powoduje upośledzenie, a nawet wstrzymanie żerowania, a w konsekwencji przyczynia się do zmniejszenia przyrostów ryb, nieefektywnego zużycia pasz oraz zanieczyszczania środowiska wodnego,
- kontroli temperatury wody w stawach – dotyczy to głównie chowu/hodowli ryb łososiowatych, ale i u ryb karpiowatych ma bardzo duże znaczenie,
- kontroli temperatury wody podczas przerzutów ryb i nie przekraczania dopuszczalnych różnic podczas jesiennych i wiosennych odłowów, zarybiania stawów, w tym szczególnie wylęgu, załadunku i rozładunku ryb oraz innych możliwych manipulacji. To jest jeden z głównych warunków zapewnienia właściwego dobrostanu tych zwierząt wodnych,
- systematycznej kontroli pobierania paszy przez ryby, celem osiągnięcia możliwie maksymalnego poziomu karmienia, jak również dla możliwie wczesnego wykrycia utraty apetytu, spowodowanego deficytem tlenu w wodzie lub chorobą,
- codziennej kontroli zachowania się ryb w stawie – czy nie wykazują jakichkolwiek objawów chorobowych, czy są śnięte, czy nie występują śnięcia ponadnormatywne,
- eliminacji ze środowiska wodnego stawów hodowlanych, a także z doprowadzalników wody chwastu rybnego i niektórych ryb dodatko-

wych jako potencjalnych nosicieli patogennych wirusów, bakterii lub pasożytów,
- unikania możliwości zarażenia ryb pasożytami, które działają na ich organizm immunosupresyjnie, tworząc tzw. wrota zakażenia dla patogennych wirusów i bakterii, a także/lub są nosicielami niektórych tych patogenów,
- odpowiednich do warunków hydrochemicznych danego stawu wielkości obsad karpia, bowiem nadmierne zagęszczenie ryb usposabia do rozwoju wielu chorób,
- regularnego, codziennego nadzoru nad ilością i jakością dopływającej do stawu wody, zachowaniem się ryb, w tym szczególnie ich żerowaniem,
- okresowego badania jakości wody – przynajmniej takich parametrów jak: zawartość tlenu fizycznie rozpuszczonego w wodzie, odczyn wody, zawartość azotu amonowego i fosforanów rozpuszczonych oraz wskaźnika BZT 5,
- systematycznego, codziennego możliwie jak najbardziej skrupulatnego zbierania i przekazywania do utylizacji śniętych ryb,
- stosowania w uzasadnionych przypadkach, pod ścisłym nadzorem lekarza weterynarii - specjalisty chorób ryb, preparatów stymulujących odporność nieswoistą, takich jak probiotyki lub inne środki,
- stosowanie szczepionek, dopuszczonych do stosowania w Polsce i Unii Europejskiej, a decyzję w tej sprawie może podjąć tylko i wyłącznie lekarz weterynarii - specjalista chorób ryb.

11.11. Rodzaje pasz w chowie i hodowli ryb

Karp jest rybą hodowaną głównie w stawach gwarantujących warunki zbliżone do środowiska naturalnego. Umożliwiają one wytworzenie pokarmu naturalnego ryb, stanowiącego istotny element żywienia, uzupełniany przez hodowcę najczęściej paszami zbożowymi lub granulatami wprowadzanymi z zewnątrz. Pokarm naturalny karpi stanowią rureczniki (*Tubificidae*), ochotkowate (*Chironomidae*), dafnie, oczliki, wrotki, małe ślimaki, małże, nasiona roślin itp. Karpie tak odżywiające się pobierają nie tylko składniki pokarmowe, ale także niezbędne do ich życia witaminy i sole mineralne. Chcąc zwiększyć bazę pokarmową karpi, a w konsekwencji osiągnięcie odpowiedniej masy jednostkowej, karpie dokarmia się ziarnem zbóż (jęczmień, pszenica, pszenżyto, kukurydza,

rzadziej inne zboża) oraz paszami granulowanymi, które są stosowane z reguły w pierwszych 2-3 miesiącach życia karpia i mają głównie na celu uzupełnienie niedoborów białka w ich organizmie (Szczerbowski 2006). Przedstawiony sposób żywienia wpływa korzystnie na wartość karpia jako elementu diety człowieka.

Inne, stosunkowo często hodowane w stawach ryby z rodziny karpiowatych, takie jak amur biały, tołpyga biała i tołpyga pstra, jako pokarmu naturalnego używają roślinność wodną. Stąd zwane są one rybami roślinożernymi. Ryby te zużywają około 50 kg roślinności wodnej na zwiększenie swojej masy ciała o 1 kg (Antalfi i Tolg 1975, Szczerbowski 2006). Ten sposób odżywiania się wyżej wymienionych gatunków ryb wpływa niewątpliwie korzystnie na ich wartość jako produktu spożywczego.

Żywienie pstrągów i innych ryb z rodziny łososiowatych odbywa się przy użyciu pasz świeżych (mokrych) składających się z ryb małowartościowych lub odpadów rzeźnych zwierząt stałocieplnych, albo też mieszanek suchych, granulowanych, sporządzanych najczęściej i głównie z ryb morskich. Aktualnie pstrągi i inne ryby z rodziny łososiowatych karmi się najczęściej suchymi mieszankami granulowanymi (Szczerbowski 2006).

11.12. Kontrola jakości pasz, a bezpieczeństwo konsumenta ryb

Jeżeli chodzi o zagrożenia dla zdrowia konsumenta ze strony złych jakościowo pasz, używanych do karmienia ryb, to jest ono praktycznie nieistotne, bowiem w Polsce używa się do tego celu dobrej jakości zboża dla karpi, a dla pstrągów dobre jakościowo pasze granulowane produkcji duńskiej, norweskiej, a ostatnio również polskiej. Posiadają one niezbędne atesty, wymagane w krajach Unii Europejskiej, a świadczące o kontroli jakości tej paszy, przez odpowiednie służby weterynaryjne. Poza tym w naszym kraju prowadzone są przez Inspekcję Weterynaryjną regularne badania kontrolne jakości pasz, w miejscu ich produkcji, dystrybucji i stosowania, co wynika, i jest szczegółowo określone w wielu polskich aktach prawnych (ustawa, 2006; rozporządzenie MRiRW, 2007a; rozporządzenie MRiRW 2007b; rozporządzenie MRiRW, 2007c i inne). Należy przy tym nadmienić, że zdarzają się czasami działania absurdalne, jak na przykład dodawanie przez niektórych hodowców do paszy przeznaczonej dla ryb łososiowatych substancji, które zmieniają barwę mięśni tych zwierząt na bardziej atrakcyjną dla klienta. W przypadku dodania do paszy astaksantyny barwa mięsa

tej ryby staje się koloru intensywnie łososiowatego (Goryczko 1998) przez co staje się produktem bardziej atrakcyjnym wizualnie dla kupującego ten artykuł spożywczy. Należy przy tym wyraźnie zaznaczyć, że w żywieniu karpi, pstrągów i innych ryb hodowanych w Polsce ten związek chemiczny nie jest stosowany.

Nie stanowią zagrożenia dla bezpieczeństwa ryb jako produktu spożywczego lub surowca w naszym kraju takie substancje chemiczne, jak nitrofen, kokcydiostatyki (za wyjątkiem monenzyny u pstrąga) i melamina, które spotykane są w żywności wytworzonej ze ssaków lub ptaków lub też w paszach przeznaczonych dla tych zwierząt (Żmudzki 2007).

11.13. Prawo żywnościowe, a ochrona zdrowia ludzi i zwierząt

W polityce bezpieczeństwa żywności UE i Polski troska o dobro i zdrowie konsumenta, w tym również konsumenta ryb, przejawia się m.in. we wdrożeniu zasad ochrony zdrowia publicznego (uwzględniając aspekty weterynaryjne ochrony żywności) oraz w podjęciu kompleksowych działań w zakresie ochrony zdrowia publicznego. Dążenie do wysokiego poziomu ochrony zdrowia ludzi i zwierząt stanowi jeden z podstawowych celów prawa żywnościowego. Te regulacje prawne wyznaczają ogólne zasady kompleksowego, systemowego i zintegrowanego podejścia w dziedzinie nadzoru nad bezpieczeństwem żywności. Są one oparte na konieczności zapewnienia właściwej jakości i bezpieczeństwa wyrobu gotowego na wszystkich etapach jego wytwarzania – od „pola do stołu konsumenta" („from stable to table"), tworząc tym samym europejskie ramy systemowego zapewnienia warunków sanitarno-higienicznych i bezpieczeństwa żywności, w ramach rynku wewnętrznego UE. Ponadto rozporządzenie (WE) nr 178/2002 z 28 stycznia 2002 roku wprowadza jednolitą definicję prawa żywnościowego, obejmującą swoim zakresem szerokie spektrum przepisów mających bezpośredni lub pośredni wpływ na bezpieczeństwo żywności i pasz oraz towarzyszące temu działania podmiotów gospodarczych (Kwiatek 2007).

Należy też podkreślić, że zakres prowadzonego przez Inspekcję Weterynaryjną nadzoru będzie ulegał poszerzeniu, co związane jest z rozwojem produkcji zwierzęcej i występującymi coraz szerzej zagrożeniami w obszarze tej działalności. Celem zapewnienia bezpieczeństwa pasz oraz pełniejszego wdrożenia koncepcji wytwarzania bezpiecznej żywności w naszym kraju zgodnie z wymaganiami odpowiednich przepisów wymienionych powyżej i zasadą „od pola do stołu konsumenta" został opracowany Krajowy Plan Urzędowej Kontroli Pasz

w zakresie nadzoru sprawowanego przez Inspekcję Weterynaryjną, w odniesieniu do parametrów jakości i bezpieczeństwa. W programie tym szczególną wagę przywiązuje się do substancji niepożądanych, których maksymalne poziomy określone zostały w przepisach prawa. Program jest skoordynowany w obrębie kraju, tworząc jednolity, spójny plan urzędowej kontroli, obejmujący proces analizy zagrożeń i analizy ryzyka w odniesieniu do pasz przeznaczonych dla ssaków, ptaków i ryb (Kwiatek 2007)

11.14. Zanieczyszczenie środowiska wodnego

Istotne znaczenie dla jakości produktu spożywczego jakim są ryby ma również stan sanitarny środowiska wodnego, w tym oczywiście głównie czystości wód śródlądowych w rzekach, jeziorach oraz wód podziemnych. Już w 1609 roku Stanisław Stroynowski, autor o unikalnej, dużej wartości jak na ówczesne lata książki, stwierdził że „karpie podlegają słabościom, których przyczynami bywają już to zanieczyszczone, jak i ze stopniałych śniegów powstałe wody, już to odziew szkodliwych gazów błotnych przez lód tamowany w zimie", zalecając przy tym „długie ich trzymanie w czystej wodzie, po przeniesieniu z tej, w której tak chorowały". Prawda ta jest do dzisiaj aktualna, a należy przy tym stwierdzić, że zarówno karp, pstrąg tęczowy jak i inne ryby są bardzo wrażliwe na wszelkie zanieczyszczenia wody i mogą być wręcz, lub czasami też bywają, zwierzętami testowymi umieszczanymi w stosownym zbiorniku wodnym, celem sygnalizacji wystąpienia ewentualnego zanieczyszczenia wody. Oznacza to ponadto, że konsument nie musi obawiać się skażonej ściekami ryby, bo ta po prostu nie przeżyje tego zanieczyszczenia.

W Polsce jeżeli chodzi o zagrożenie zdrowia ryb przez substancje toksyczne jest dość dobra sytuacja, bowiem nadmiernemu zanieczyszczaniu ulegają głównie duże rzeki, natomiast obiekty hodowli stawowej karpia lub pstrąga są z reguły zlokalizowane na małych ciekach wodnych, które są najczęściej zbyt małe by wykorzystywać ich wody na potrzeby zakładu przemysłowego. Zanieczyszczenia takich wód pochodzą najczęściej z przemysłu rolnego (mleczarnie, krochmalnie, rzeźnie, masarnie, cukrownie itp.), który nie emituje trucizn do środowiska, a jedynie substancje organiczne, które stosunkowo łatwo ulegają rozkładowi gnilnemu lub służą eutrofizacji wody, czyli zwiększeniu ilości pokarmu naturalnego (Żelazny 2002b, Żelazny 2003). Potwierdzają to prowadzone od wielu lat w naszym kraju badania monitoringowe pozostałości pestycydów, polichlorowanych bifenyli i metali ciężkich, które nie wykazują istotnych

zagrożeń dla zdrowia człowieka stężeń tych związków w tkankach ryb słodkowodnych. Spośród różnych gatunków ryb hodowanych w Polsce najniższe, wręcz tylko śladowe, stężenia wyżej wymienionych pozostałości spotykane są u karpia i innych ryb z rodziny karpiowatych (amur biały, tołpyga biała, tołpyga pstra, lin, karaś pospolity, karaś srebrzysty). Na przykład zawartość polichlorowanych bifenyli (PCB) u karpia wynosi ok. 0,092 mg/kg tłuszczu mięśni, podczas gdy u ryb drapieżnych: pstrąg 1,74 mg/kg, okoń 1,58 mg/kg, sandacz 1,39 mg/kg (Niewiadomska 1988). Należy przy tym zaznaczyć, że w wyniku podjętych w ostatnich latach przez Inspekcję Ochrony Środowiska i Inspekcję Weterynaryjną działań, zawartość PCB w mięśniach ryb słodkowodnych spada i na przykład u pstrągów, w badaniach prowadzonych w Państwowym Instytucie Weterynaryjnym – Państwowym Instytucie Badawczym w Puławach w latach 2001-2003, wynosiła tylko 0,149-0,427 mg/kg tłuszczu mięśni (Niewiadomska 2007), podczas gdy w 1983 roku stwierdzano 1,58 mg/kg (Niewiadomska 1988). Również niskie wartości stwierdzano w przypadku innych wskaźników skażenia mięśni ryb słodkowodnych. Poziom skażenia heksachlorobenzenem (HCB) w latach 1995-2003 kształtował się na poziomie 0-0,004 mg/kg tłuszczu mięśni karpi i 0-0,014 mg/kg tłuszczu mięśni pstrągów. Poziom skażenia heksachlorocykloheksanem (HCH) kształtował się w tych latach na poziomie 0-0,022 mg/kg tłuszczu mięśni karpi i 0-0,018 mg/kg tłuszczu mięśni pstrągów (Niewiadomska 2007). Zwraca jedynie uwagę nieco podwyższona ilość kadmu u ryb w rejonie północno-wschodnim Polski, gdzie u ok. 10% prób ryb stwierdzano nieznaczne podwyższenie poziomu tego pierwiastka w mięśniach, który średnio wynosił 0,007 mg/kg, a jedynie w dwu próbkach na sto zbadanych stwierdzono ponad 0,05 mg/kg, to jest powyżej wielkości dopuszczalnej w Polsce i innych krajach Unii Europejskiej. Wartości rtęci, arsenu, cynku, żelaza i miedzi były znacznie poniżej dopuszczalnych limitów (Żmudzki i in. 2001). Względnie niskie stężenia pierwiastków toksycznych w tkankach ryb świadczą o tym, że krajowe ryby hodowlane stanowią bezpieczną żywność dla człowieka.

Promieniotwórczość ryb w Polsce była bardzo niska i wynosiła średnio według CLOR-u w latach 1986-1995, czyli w okresie po wybuchu elektrowni w Czarnobylu, od 2,7 Bq/kg-1 do 6,3 Bq/kg-1 (przy dopuszczalnej dawce dla żywności zwierzęcego pochodzenia 600 Bq/kg-1). Jedynie w rejonie śląskim stwierdzano w tym okresie 78,85 Bq/kg-1 - 98,35 Bq/kg-1. Odnosząc te wyniki do dopuszczalnych w świecie, można stwierdzić, że ryby słodkowodne hodowane w Polsce nie stanowią zagrożenia dla zdrowia konsumenta (Kossakowski 1995).

11.15. Wpływ dobrostanu ryb na jakość ich mięsa

Chów karpia to zespół działań mających na celu uzyskanie pełnowartościowej, zdrowej i smacznej, przetworzonej i nieprzetworzonej ryby towarowej, przeznaczonej na rynek w celach konsumpcyjnych. Składają się na nie następujące czynniki:

- właściwy dobór materiału matecznego,
- zapewnienie dobrych warunków żywieniowych,
- delikatne obchodzenie się z rybami podczas ich odłowu ze stawu (jeziora), ich załadunku i rozładunku oraz transportu,
- niedopuszczenie do deficytu tlenu fizycznie rozpuszczonego w wodzie podczas chowu i hodowli, odłowu i transportu ryb,
- stosowanie odpijania ryb w płuczce po ich odłowie, przed i po transporcie,
- zapewnienie właściwej, specjalistycznej opieki weterynaryjnej.

Szczegółowa analiza zasadności przedstawionego postępowania wykazuje, że przykładowo stres, który występuje u ryb podczas niewłaściwej organizacji odłowu, załadunku, rozładunku i transportu powoduje spadek odporności przeciwzakaźnej organizmu i narażenie tych zwierząt wodnych na wzrost zachorowań na choroby wirusowe, bakteryjne lub grzybicze. Stres transportowy czy manipulacyjny w warunkach wyraźnego deficytu tlenu w wodzie doprowadza do pojawienia się znacznych ilości kwasu mlekowego w mięśniach i krwi ryb, co doprowadza do obniżenia odczynu (pH) krwi i wystąpienia kwasicy metabolicznej (Siwicki i in. 2007, Goryczko 1998). Jest to zjawisko niekorzystne, gdyż następstwem wzrostu poziomu kwasu mlekowego we krwi jest obniżenie zdolności wiązania tlenu przez hemoglobinę. Konsekwencją tego jest pogłębiające się niedotlenienie organizmu ryby. Należy przy tym zaznaczyć, że ryby potrzebują do życia, do prawidłowej fizjologii organizmu bardzo małe stężenie tlenu fizycznie rozpuszczonego w wodzie. Są to wartości rzędu 5-6 do 8-10 mg/l t.j. 5-6 do 8-10 ppm i to jest korzystne dla procesu hodowli i chowu ryb, ale wystarczy „zabrać" ze środowiska wodnego bardzo niewiele tego życiodajnego gazu (np. na rozkład gnilny substancji organicznych, które mogą pochodzić z zanieczyszczonej, nawet w niewielkim stopniu rzeki lub jeziora) by wystąpił deficyt tlenu dla tych zwierząt skutkujący przedstawionymi powyżej zagrożeniami lub nawet śnięciem ryb.

Odłów ryb jest nieodzownym zabiegiem w hodowli i chowie ryb, wpływającym istotnie na kondycję i stan zdrowia tych zwierząt. Sprzęt używany w czasie

odłowu nie powinien powodować lub przyczyniać się do uszkodzeń mechanicznych powłok zewnętrznych. Używane do odłowu i przemieszczania ryb pojemniki, nosiłki, rynny czy rękawy spustowe powinny mieć gładkie powierzchnie i krawędzie. Odłów ryb powinien być bardzo dobrze zorganizowany, aby nie było niepotrzebnych przerw w pracy, aby maksymalnie skrócić czas jego przebiegu. Jest to bardzo ważne, ze względu na zagrożenie jakie niesie nadmierne zagęszczenie ryb i łatwo występujący spadek poziomu tlenu w wodzie łowiska.

Płuczka jest urządzeniem spełniającym bardzo istotną rolę w hodowli i chowie ryb, gdyż daje możliwość tzw. odpicia się ryb, to znaczy mogą one odpocząć, zregenerować siły, uzupełnić niedobory tlenu w swoim organizmie oraz oczyścić powłoki zewnętrzne i skrzela z nadmiernej ilości śluzu i mułu, w którym często znajdują się chorobotwórcze drobnoustroje. W konsekwencji pozwala to na szybki powrót organizmu ryby do równowagi neurohormonalnej i metabolicznej, co jest jednym z czynników warunkujących dobrą kondycję i stan zdrowia tych zwierząt. Przekłada się to w sposób oczywisty na jakość ryby jako składnika diety człowieka.

W podsumowaniu należy podkreślić, że badania hematologiczne, biochemiczne i immunologiczne wskazują, że wszystkie manipulacje wykonywane z rybami na poszczególnych etapach ich hodowli i chowu oddziaływają stresogennie na ich organizm, ale w stopniu odwracalnym, nie powodującym trwałych, głębokich zmian metabolicznych czy czynnościowych. Świadczy to o przejściowym charakterze obserwowanych zmian, nie mających wpływu na jakość ryby jako pożywienia człowieka. Tym bardziej, że obserwując od ponad czterdziestu lat podejście rybaków pracujących w typowych polskich gospodarstwach stawowych (jeziorowych) do ryb jako podmiotu ich działalności można stwierdzić, że prowadzony tam chów i hodowla tych zwierząt wodnych w pełni spełniają wymagania w zakresie dobrostanu tego gatunku.

11.16. Dezinformacja dotycząca bezpieczeństwa ryb jako pożywienia

W okresie przedświątecznym, w grudniu, w pogoni za sensacją za wszelką cenę, w czasie dużego zapotrzebowania na ryby jako jednego z głównych dań wigilijnych, często pojawiają się w mediach mylące, nieprawdziwe, niepoparte żadnymi faktami informacje o rzekomym zagrożeniu jakie niesie ze sobą spo-

żywanie ryb. Można odnieść wrażenie, że działania takie mają na celu wspomaganie nieuczciwej konkurencji rynkowej. W ostatnim roku duże zamieszanie na rynku spowodowała informacja o rzekomym zagrożeniu ze strony pijawek, tasiemców oraz innych pasożytów występujących u karpia. Informacja ta nie ma nic wspólnego z prawdą opartą na wiedzy, bowiem:

- u karpia spotykana jest inwazja dwóch gatunków pijawek, a mianowicie *Piscicola geometra* i bardzo rzadko *Hemiclepsis marginata*. Rozwój tych pasożytów ryb polega na złożeniu jaj do środowiska wodnego w postaci kokonów, z których po 28-31 dniach wylegają się młode pijawki, które ponownie atakują te ryby i tylko te ryby, a nie inne zwierzęta lub człowieka,
- spotykane są u karpia tasiemce to: *Khawia sinensis, Caryophylleus laticeps* i *Bothriocephalus acheilognathi*. Rozwój tych pasożytów ryb przebiega z udziałem jednego żywiciela pośredniego, którym są często występujące w środowisku wodnym skąposzczety (dla tasiemców *Khavia sinensis* i *Caryophylleus laticeps*) oraz widłonogi z rodziny *Cyclopidae* (dla *Bothriocephalus acheilognathi*). Ryby zarażają się zjadając je.

Wymienione powyżej pijawki pasożytują na skórze ryb lub, rzadziej, w jamie gębowej i w skrzelach, natomiast tasiemce *Khawia sinensis, Caryophylleus laticeps* i *Bothriocephalus acheilognathi* pasożytują tylko i wyłącznie w przewodzie pokarmowym ryb, w tym oczywiście u karpi.

Biorąc ten fakt pod uwagę oraz cykl rozwojowy tych pasożytów, z którego nie wynika by ich formy rozwojowe penetrowały inne części organizmu ryby, należy stwierdzić, że nie stanowią one żadnego zagrożenia dla zdrowia i życia człowieka, ponieważ nie występują w przeznaczonych do konsumpcji mięśniach karpia, a poza tym nie są one patogenne dla człowieka. Człowiek nie jest bowiem żywicielem wymienionych powyżej pasożytów karpia, zarówno jako żywiciel ostateczny lub pośredni, jak i parateniczny. Należy przy tym podkreślić, że nie jest naszym zwyczajem spożywanie przewodów pokarmowych ryb w jakiejkolwiek postaci.

W podsumowaniu należy więc jednoznacznie stwierdzić, że nie ma pasożytów karpia w warunkach hodowli i chowu tego gatunku ryb w Polsce, które byłyby patogenne dla człowieka.

12. Ryby jako składnik diety człowieka

Podsumowując przedstawione powyżej dane dotyczące roli i znaczenia zarówno wirusów, bakterii, pasożytów, jak i innych czynników występujących w hodowli i chowie ryb, należy stwierdzić, że ani zastosowanie ryb jako surowca w przetwórstwie ani spożywanie ich nie stanowi realnego zagrożenia dla zdrowia. Zagrożenia te mogą dotyczyć jedynie ryb z Dalekiego Wschodu, szczególnie w przypadku spożywania ich na surowo, co w niektórych krajach jest dość powszechne lub poddaniu ich niepełnej (niedoskonałej) obróbce termicznej, bowiem zwykłe, normalne smażenie zabija wszystkie możliwe patogeny.

Biorąc powyższe pod uwagę należy jednoznacznie stwierdzić, że ryby słodkowodne hodowane w Polsce stanowią bardzo wartościowe i bezpieczne dla człowieka pożywienie. Pomimo to konieczne jest dalsze, regularne prowadzenie nadzoru i badań dotyczących stanu zdrowia ryb, stanu środowiska wodnego, jakości paszy i innych warunków hodowli, jako dobrej praktyki weterynaryjnej. Oznacza to monitorowanie tych warunków, bowiem takie wymagania zawierają zapisy dyrektyw Unii Europejskiej oraz szeregu polskich aktów prawnych z tego zakresu. Poza tym, takie działania zapewniają ciągły nadzór nad warunkami chowu i hodowli ryb, który pozwoli na to, by ryby hodowane w naszym kraju zawsze cechowały się bardzo dobrą jakością i były bezpieczne dla konsumenta, jako produkt spożywczy.

Należy mieć przy tym nadzieję, że przy kontynuowaniu ścisłej, dobrej, sprawdzonej od wielu lat współpracy pomiędzy rybactwem a służbą weterynaryjną, przedstawiony powyżej zakres działań będzie realizowany w sposób ciągły dla dobra konsumenta, dla zapewnienia dobrej jakości zdrowotnej ryb jako produktu spożywczego, dla właściwie pojętej ochrony zdrowia ryb, dla spełnienia wymagań weterynaryjnych Unii Europejskiej i wchodzenia na rynki państw członkowskich UE i innych krajów bez obaw i zahamowani. Ryby stanowią przecież najlepszy, wartościowy z żywieniowego punktu widzenia wyrób ekologiczny, mający przy tym w niektórych rejonach naszego kraju cechy produktu lokalnego. Ma to dodatkowo bardzo duże znaczenie rynkowe. Na tym właśnie polega dobra praktyka weterynaryjna w chowie i hodowli ryb słodkowodnych.

13. Podsumowanie

Każda działalność wymaga ścisłego przestrzegania pewnych zasad i reguł postępowania. Obowiązuje to również w chowie i hodowli ryb słodkowodnych. Zagadnienie to jest szczególnie istotne, bowiem z jednej strony dotyczy ono bardzo skomplikowanych powiązań jakie funkcjonują w obszarze środowiska wodnego, w tym bardzo złożonych problemów obiegu materii i różnych uwarunkowań dotyczących życia rozmaitych istot żywych oraz niektórych zagrożeń (deficyt tlenu, zanieczyszczenia), a z drugiej strony wymagań jakościowych i bezpieczeństwa, które musza spełniać wyhodowane ryby jako istotny składnik wyżywienia człowieka. Biorąc to pod uwagę należy zdawać sobie sprawę z wielu uwarunkowań, zagrożeń i wymagań:

- wyniki chowu ryb są ściśle zależne od warunków pogodowych, a szczególnie temperatury wody i zawartości tlenu. Dlatego też w gospodarstwach stawowych powinien być prowadzony stały monitoring podstawowych parametrów jakości wody (temperatura, zawartość tlenu, odczyn pH),
- we własnym dobrze pojętym interesie hodowcy ryb powinni prowadzić dokumentacje hodowlaną, która umożliwi wnikliwą analizę uzyskiwanych wyników, w tym wielkości odłowu oraz zdrowotności i jakości ryb i właściwe planowanie chowu i hodowli,
- chów ryb powinien być prowadzony w oparciu o wieloletnie preliminarze obsad i odłowów, przynajmniej dla jednego pełnego cyklu chowu i hodowli od wylęgu do karpi konsumpcyjnych. Preliminarz taki daje możliwość określenia zapotrzebowania na materiał obsadowy i właściwą organizację toku chowu i hodowli,
- hodowcy powinni dążyć do obsadzania stawów własnym materiałem zarybieniowym,
- należy przestrzegać zasady „stałych nurtów" lub co najmniej „nie mieszania obsad" mówiącej, że do obsady stawu nie należy wykorzystywać materiału pochodzącego z kilku stawów (w tym także ryb z poza obiektu) , ponieważ obsady mieszane mają zdecydowanie niższą przeżywalność w stosunku do obsad jednorodnych,
- wskazane jest stosowanie kompozycji pożytecznych mikroorganizmów jako dodatku do pasz w ilości 2-3 l/tonę paszy celem poprawienia przyrostów i kondycji karpi,

- hodowcy powinni dokarmiać karpie według wcześniej ustalonego preliminarza nie zaś ad libitum (do woli), aby uniknąć ryzyka przekarmienia, nadmiernego obciążania środowiska stawowego biogenami i wzrostu współczynnika pokarmowego,
- z zaplanowanej ogólnej ilości paszy hodowcy karpi powinni skarmić po około 15-20% w maju i czerwcu, po około 25-30% w lipcu i sierpniu i około 10-15% we wrześniu,
- warunkiem prawidłowego karmienia jest stała kontrola temperatury i zawartości tlenu fizycznie rozpuszczonego w wodzie,
- celem zapewnienia właściwych warunków transportu i przetrzymywania ryb, hodowcy karpi powinni kontrolować zawartość tlenu rozpuszczonego w wodzie za pomocą urządzeń elektronicznych. Hodowcy powinni pamiętać, że zapewnienie dobrostanu ryb jest jednym z podstawowych wymogów nowoczesnej akwakultury,
- należy przestrzegać jeszcze wielu innych zasad i wymagań przedstawionych i dość szczegółowo omówionych powyżej, by spełnić wszystkie wymagania dobrej praktyki wodnej, hodowlanej i weterynaryjnej, by maksymalnie ograniczyć możliwości wystąpienia strat w trakcie chowu i hodowli ryb. Jak przedstawiono powyżej ryby słodkowodne stanowią dobrą jakościowo i atrakcyjną oraz bezpieczną dla konsumenta żywność, a Polska posiada bardzo duży potencjał hodowlany w tym zakresie, który warto i należy wykorzystać.

14. Biologizacja rolnictwa

Biologizacja rolnictwa to koncepcja gospodarowania opartego na, biologicznych czynnikach plonotwórczych w celu wytwarzania bezpiecznej żywności i ochrony środowiska. Prof. dr hab. Lesław Zimny definiuje biologizację rolnictwa jako: „operowanie w rolnictwie głównie biologicznymi czynnikami plonotwórczymi (komposty, obornik, biopreparaty, racjonalne płodozmiany, fitomelioracje, wysokoplenne odmiany odporne na agrofagi, retencja azotu biologicznego z roślin motylkowatych) w celu wyprodukowania zdrowszej żywności i ochrony środowiska”[9].

Według dra J. Wereszczaki, biologizacja rolnictwa jest nowym trendem w rozwoju rolnictwa, który ze względu na narastające zagrożenia środowiskowe musi się dokonać. Według niego, biologizacja to gospodarowanie oparte na naturalnych technologiach i narzędziach biologicznych, które koncentruje się na naturalnej żyzności gleby i jej bioróżnorodności. Ma na uwadze przede wszystkim przeciwdziałanie degradacji ekosystemu, którego stan wpływa również na nasze zdrowie. Pierwsze działania jakie należy podjąć, by oprzeć uprawę gleby na biologizacji rolnictwa, autor uznaje racjonalnie prowadzone płodozmiany, uprawę roślin strączkowych oraz dbałość o żyzność gleby[10]. Wereszczaka podkreśla, że strategia rozwoju polskiego rolnictwa powinna opierać się na ochronie i przywracaniu naturalnej bioróżnorodności, czerpaniu z dorobku biotechnologii, a szczególnie probiotechnologii, założeń Integrowanej Produkcji, zachowywaniu podczas prowadzenia rolniczej działalności dbałości o unikatowe walory przyrodnicze, krajobrazowe i kulturowe oraz bazowaniu na zasadzie „3 x E”: tj. efektywność energetyczna procesów pozyskiwania płodów rolnych, ekonomia i ekologia. W ten sposób zapewnione będzie bezpieczeństwo żywnościowe, a nade wszystko dostęp do bezpiecznej żywności również dla przyszłych pokoleń.

Uprawiając rośliny, zgodnie z założeniami Kodeksu Dobrej Praktyki Rolniczej oraz zasadami biologizacji warto pamiętać o roli mikroorganizmów zasiedlających glebę, ich znaczeniu dla wysokiej jakości upraw. Ekosystem glebowy świadczy usługi środowiskowe, bez których życie na Ziemi byłoby niemożliwe: formowanie gleby, rozkład i humifikacja martwej materii organicznej (wpływ na żyzność, kondycję gleby i wzrost roślin), infiltracja wody i jej retencja,

[9] Encyklopedia Ekologiczno-Rolnicza, Wrocław 2003, hasło: biologizacja rolnictwa.

[10] J. Wereszczaka, Biologizacja – nowy trend w rewolucji agrarnej, w: Uzdrowić Ziemię, red. K. Długosz, Warszawa 2012, s. 87 – 93.

unieszkodliwianie zanieczyszczeń, kontrola patogenów, szkodników i procesu zapylania (większość owadów zapylających ma fazę obecną w glebie)[11]. Autorzy *Milenijnej Oceny Ekosystemów*[12] z 2005 roku informują, że ludzkość nie może przetrwać bez naturalnych systemów podtrzymujących życie. Nawet geolodzy odkrywają wpływ mikroorganizmów na procesy geologiczne, które nie tak dawno uważano za abiotyczne.

W zrównoważonym, przyjaznym środowisku mikroorganizmy nie stanowią przypadkowego zanieczyszczenia, lecz odgrywają istotną rolę ochronną i odżywczą wobec swoich gospodarzy. Prof. Lesław Badura, twórca Katedry Mikrobiologii i Instytutu Biologii Molekularnej Uniwersytetu Śląskiego, pisał, że to gwałtowny rozwój cywilizacji zapoczątkowany w XVIII wieku, skokowy przyrost ludności w ubiegłym wieku, intensywna gospodarka oraz niepełna wiedza ekologiczna o prawach rządzących eko- i agro- systemami doprowadziły do daleko posuniętej degradacji środowisk przyrodniczych[13]. „W związku tym –wnioskował prof. Badura – „stoi przed nami konieczność podjęcia trudu odbudowania już zniszczonych obszarów. Aby jednak móc odbudowywać je, potrzebna jest wiedza o zasadach funkcjonowania tych systemów, potrzebna jest wiedza o współzależnościach pomiędzy glebą, mikroorganizmami i organizmami wyższymi"[14].

Próchnica jak gąbka magazynuje wodę: 1% próchnicy na powierzchni 1 ha może zatrzymać do 150 ton wody. W ostatnich 30 latach w polskich glebach zawartość węgla organicznego zmniejszyła się o 10-20% (Skłodowski P. i Bielska A., 2009).

Profesor Lesław Badura przestrzegał, że: „na glebę możemy patrzeć oczyma fizyka, chemika, a nawet mineraloga, ale bezwzględnie musimy widzieć ją w aspekcie biologicznym, w którym nie tylko występują określone organizmy, określone gatunki czy populacje, ale widzieć ich podstawowe, pełnione przez nie funkcje. Bez organizmów żywych, bez ich funkcji powierzchnia ziemi byłaby

[11] P. Skubała, Czy różnorodność biologiczna i usługi środowiskowe w glebie są zagrożone?, [w:] „Biologizacja warunkiem zdrowego środowiska i ekonomicznego rolnictwa", Toruń 2013, s. 14.

[12] Raport z 2005 r., największe przedsięwzięcie naukowe ostatnich lat, w którym uczestniczyło 1360 ekspertów z 95 krajów zrecenzowane przez 80 niezależnych ekspertów.

[13] L. Badura, *Mikroorganizmy glebowe i ich znaczenie w ekosystemach degradowanych przez człowieka*, [w:] „INŻYNIERIA EKOLOGICZNA. Kształtowanie i ochrona środowiska. Uwarunkowania przyrodnicze, techniczne i społeczno-ekonomiczne", nr 12, Warszawa 2005, s. 14.

14 j.w.

rumowiskiem składników mineralnych podobnie, jak są powierzchnie otaczających ziemię planet"[15].

Jak podaje Wereszczaka (2012) za początki myślenia o gospodarowaniu opartym na biologicznych rozwiązaniach można uznać wystąpienie w 1924 roku w Kobierzycach, niedaleko Wrocławia, Austriaka – dr Rudolfa Steinera. Inspirując się nauką o metamorfozie roślin J. W. Goethego, zaproponował stosowanie preparatów biodynamicznych w celu ożywienia biologicznego gleby. Do wzmocnienia procesu fotosyntezy polecał preparat z krowieńca i krzemionki, skrzyp polny rekomendował do zwalczania chorób grzybowych, a dla efektywniejszego nawożenia i stymulacji wzrostu roślin bytujących na glebie nawożonej naturalnym kompostem, proponował stosowanie ziół, np. mleczu, rumianku, pokrzywy, krwawnika.

Z czasem coraz chętniej sięgano po pierwsze biopreparaty, a możliwość pozyskiwania zdrowej żywności zaczęto upatrywać w rolnictwie ekologicznym, rozumianym jako naturalnym i trwałym systemie uprawy roślin i chowu zwierząt, dostarczającym wysokiej jakości płodów.

W latach 60. XX wieku w Szwajcarii zrodziła się metoda rolnictwa organiczno-biologicznego, korzystająca z właściwości mączki bazaltowej. Dzięki niej możliwe było podwyższanie i utrzymywanie żyzności gleb, dbanie o bioróżnorodność i aktywność mikroflory glebowej, co przekładało się na wyższą jakość żywieniową i walory smakowe uzyskiwanych plonów.

Inne idee rolnictwa przyjaznego środowisku zwracały też uwagę na kompostowanie materii organicznej i dobroczynny wpływ kompostu, jako nawozu spulchniającego, próchnicotwórczego i wzbogacającego glebę o składniki odżywcze – na uprawę roślin, a w rezultacie wytwarzaną żywność dla ludzi oraz zwierząt. Takie rozwiązania w rolnictwie proponował zastosować przedstawiciel metody organicznej – A. Howard. We Francji: Lemaire i Boucher, do użyźniania gleby i wzmacniania kondycji roślin stosowali preparaty zawierające glony morskie.

Na gruncie polskim, idea rolnictwa zgodnego z prawami natury, pojawiła się w latach 30. XX stulecia, za przyczyną hr. S. Karłowskiego. Wzorując się na

15 j.w.

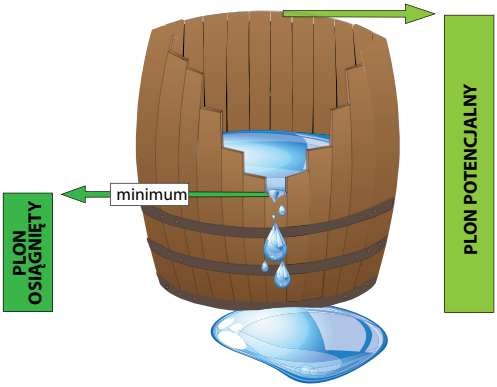
zaleceniach R. Steinera, w prowadzonym przez siebie gospodarstwie korzystał z wytycznych metody biodynamicznej. Opracował też kilka teoretycznych artykułów dotyczących rozwiązań w rolnictwie ukierunkowanym na biologizację, np. pisał o kompostowaniu czy pozytywnym wpływie dżdżownic na strukturę gleby. W kolejnych latach rodziły się teoretyczne i praktyczne podstawy polskiej szkoły rolnictwa, prowadzonego w zgodzie z ekosystemem i szanującego życie w nim zawarte.

Dziś polscy rolnicy coraz częściej w prowadzonych przez siebie gospodarstwach sięgają po rozwiązania, które uwzględniają wymagania stawiane przez koncepcję zrównoważonego rolnictwa, po takie technologie, które m.in. umożliwiają rewitalizację środowiska naturalnego, np. poprawa jakości i żyzności gleby dzięki poprawnym następstwom roślin, płodozmianom, stosowaniu ekstraktów roślinnych czy kompozycji pożytecznych mikroorganizmów i mączek mineralnych naturalnego pochodzenia.

Badania zapoczątkowane w XIX w. pozwoliły ustalić pewne zależności, jakie istnieją pomiędzy wzrostem, rozwojem i plonowaniem, a stanem zaopatrzenia roślin w niezbędne dla nich pierwiastki mineralne. Zależności te sformułowano w postaci kilku praw naukowych, których znajomość jest niezbędna przed przystąpieniem do jakiejkolwiek uprawy.

❖ **Prawo minimum**

- „***Wysokość plonów określa ten składnik pokarmowy, który występuje w glebie w ilości najniższej w stosunku do potrzeb rośliny***".
- Możliwość rozwoju i wzrostu rośliny określa ten składnik, którego jest najmniej w stosunku do zapotrzebowania. Pierwiastek ten ogranicza działanie innych i w następstwie powoduje obniżkę plonów. Prawo ilustruje tzw. beczka Liebiega (Rys.1.)
- Prawo minimum można odnieść nie tylko do składników mineralnych, lecz również i do innych czynników, od których zależy wzrost i plonowanie roślin takich jak temperatura, woda, światło, dwutlenek węgla, powietrze, struktura gleby, zawartość próchnicy i ostatnio coraz lepiej rozpoznawalna aktywność pożytecznej mikroflory, mikrobiomu rośliny oraz jej ryzosfery i innych.



Grafika 1. – Beczka Liebiega, rys. Dominik Gacka

Modelem, który ilustruje działanie czynników ograniczających jest beczka zbudowana z klepek o różnej długości; pojemność takiej beczki określa klepka najkrótsza, długość pozostałych klepek nie ma wpływu na pojemność.

❖ **Prawo opłacalności nawożenia wg Mitscherlicha**

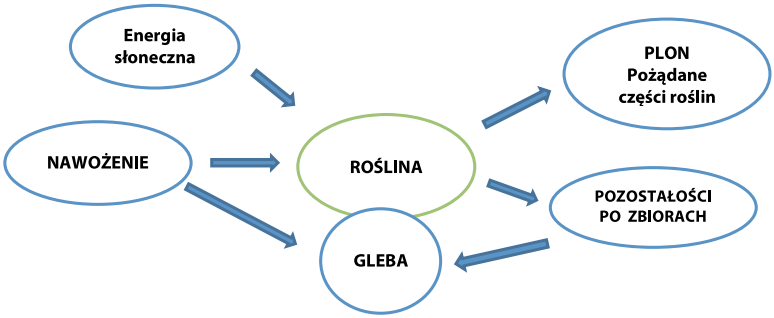
- „***Plon roślin zwiększa się wraz ze wzrostem dawek składnika pokarmowego proporcjonalnie do różnicy pomiędzy plonem maksymalnym, a plonem rzeczywiście przez dawkę tego składnika osiągniętym***".

Pierwszy kilogram np.: azotu, którym nawozi się daną uprawę, da duży przyrost plonu, każde kolejne kilogramy tego samego składnika wywołają już nieco mniejszy przyrost, aż w końcu osiągnie się plon maksymalny w danych warunkach (A). Od tego momentu dalsze zwiększanie dawek azotu nie tylko nie spowoduje wzrostu plonu, a wręcz obniży go, podobnie jak przy niedoborze tego składnika. Zasada ta dotyczy wszystkich składników pokarmowych. Nadmierne stosowanie nawozów sztucznych będzie również powodem przyspieszonej degradacji gleby.

❖ **Prawo zwrotu składników pokarmowych wg A.Voisin**[16] (Nawożenie a nowe prawa naukowe, Państwowe wydawnictwo Rolnicze i Leśne, 1967, s. 111)- „Aby utrzymać żyzność gleby, trzeba zwracać jej substancje pokarmowe pobrane przez rośliny oraz te, które zostały uwstecznione w glebie w następstwie stosowania

[16] A.Voisin, Nawożenie a nowe prawo naukowe, Państwowe Wydawnictwo Rolnicze i Leśne, 1967-111

nawozów" Rośliny pobierają z gleby pokaźne ilości składników pokarmowych, zwłaszcza azotu, potasu, fosforu i wapnia. Aby utrzymać żyzność gleby należy zwracać substancje przyswajalne, nie tylko pobrane przez rośliny i zebrane z plonem lecz również i te, które z różnych powodów stały się nieprzyswajalne.



Grafika 2. – Prawo zwrotu składników pokarmowych.

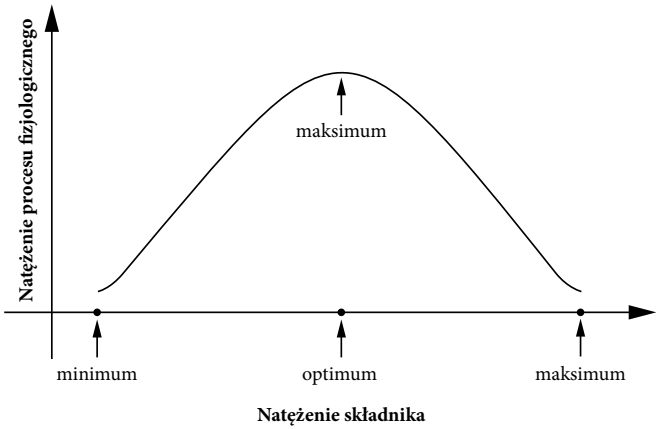
❖ **Prawo maksimum Shelforda** oparte jest na odkryciu górnego punktu krytycznego. Informuje ono o tym, że jeżeli w glebie będzie nadmiar substancji przyswajalnej przez roślinę zahamuje to jej wzrost i przez to obniży plony.

„***Nadmiar składnika pokarmowego w glebie ogranicza skuteczność działania innych składników i w następstwie powoduje obniżkę plonów***" wg A.Voisin.

❖ **Prawo tolerancji Shelforda**

Prawo minimum i maksimum zostało połączone w jedno prawo tolerancji głoszące, że zarówno niedobór jak i nadmiar substancji przyswajalnej przez roślinę może powodować zahamowanie jej wzrostu i tym samym zmniejszenie plonów. A.Voisin uzupełnił to prawo o stwierdzenie, że niedobór i nadmiar jednej substancji ogranicza działanie innych substancji, co obniża plony. Na rysunku 2 przedstawiono jak zmienia się proces fizjologiczny w zależności od natężenia składnika.

Dla poszczególnych czynników można wyznaczyć zakres tolerancji, tj. minimalną i maksymalną wartość pomiędzy którymi organizm może się pomyślnie rozwijać. Jak widać na rysunku maksymalne natężenie procesu fizjologicznego występuje w optymalnych warunkach (Wykres 2).



Wykres 3. – Prawo tolerancji Shelforda.

❖ **Prawo pierwszeństwa wartości biologicznej sformułowane przez A. Voisina**

„Stosowanie nawozów musi mieć na celu przede wszystkim poprawę wartości biologicznej która ma większe znaczenie niż wysokość plonów" „Stosowanie nawozów musi mieć na celu przede wszystkim poprawę wartości biologicznej, która ma większe znaczenie niż wysokość plonów"

Nieuwzględnienie przy uprawie roślin ich potrzeb pokarmowych, bądź stosowanie nadmiernych ilości poszczególnych składników mineralnych powoduje powstawanie chorób, prowadzących do zmniejszenia plonu lub do pogorszenia jego wartości odżywczych, które ze względu na pozycję rośliny w łańcuchu pokarmowym są najistotniejsze.

Wszelkie zachwiania równowagi składników pokarmowych roślin, istniejące lub pojawiające się w glebie z przyczyn naturalnych lub w wyniku pobrania tych substancji przez rośliny, bądź jako skutek stosowania nawozów muszą być usuwane przez racjonalne dawkowanie składników nawozowych w taki sposób, aby została przywrócona ich optymalna równowaga w glebie, która pozwoli na otrzymanie roślin o wysokiej wartości biologicznej oraz uzyskanie jednocześnie jak najwyższych plonów.

Słownik definicji

Biogospodarka to według definicji OECD działalność polegająca na zastosowaniu biotechnologii, bioprocesów i bioproduktów w celu tworzenia dóbr i usług, w obliczu kurczenia się dostępnych zasobów i zmian degradujących środowisko.

Biologizacja - stosowanie praw biologicznych rządzących procesami zachodzącymi w organizmach żywych do innych dziedzin (Słownik języka polskiego PWN, 2007).

Biologizacja rolnictwa - „Operowanie w rolnictwie głównie biologicznymi czynnikami plonotwórczymi (komposty, obornik, biopreparaty, racjonalne płodozmiany, fitomelioracje, wysokoplenne odmiany odporne na agrofagi, retencja azotu biologicznego z roślin motylkowatych) w celu wyprodukowania zdrowszej żywności i ochrony środowiska" prof. dr hab. Lesław Zimny, Leksykon przyrodniczy polsko-angielski, Wrocław 2014, s. 48.

Biopreparaty:

1) **naturalne wyroby zawierające żywe szczepy mikroorganizmów**, lub ich wydzieliny, których substancje biologicznie aktywne usprawniają procesy życiowe zachodzące w glebie, wodzie i powietrzu oraz organizmach roślin, zwierząt i ludzi (szczepionki z mikroorganizmami pożytecznymi dla roślin, np. nitragina, azotobakteryna, a także szczepionki z mikroorganizmami pożytecznymi dla gleby (EmFarma, EmFarma Plus, Ema5) oraz mieszanki paszowe uzupełniające na bazie probiotyków stosowane w hodowli zwierząt (Pro-Biotyk (em15)).
2) **preparaty pochodzenia roślinnego, zwierzęcego lub z naturalnych minerałów** o działaniu ochronnym, nawozowym i stymulującym wzrost roślin (Biochicol 020 PC, BETA-CHICOL, Biosept Active, Grevit 200 SL, Ema5 z wrotyczem, piasek kwarcowy),
3) **naturalne dodatki paszowe**, takie jak konserwanty i detoksykanty, koncentraty pasz, premiksy, probiotyki, kokcydiostatyki, antyoksydanty, preparaty enzymatyczne, aminokwasy syntetyczne, witaminy, substancje pigmentujące stosowane w chowie zwierząt
4) **biopestycydy** – czynniki biologiczne do zwalczania agrofagów roślin tj. patogenów, szkodników, chwastów. Dzielą się na następujące kategorie: ***preparaty zawierające żywe organizmy jak wrogowie naturalni szkodników***, a także nicienie oraz mikroorganizmy takie jak bakterie, grzyby, wirusy, wiroidy i inne, ***preparaty zawierające feromony***, oraz ***preparaty***

na bazie ekstraktów roślinnych.

5) **Naturalne, chemicznie obojętne (nietoksyczne dla ludzi, zwierząt i roślin) mieszanki bakteryjno-enzymowe**, przystosowane do biodegradacji substancji organicznych zawartych w ściekach. Efekt ich działania polega na dynamicznym rozwoju aktywnej biologicznie biomasy, przyspieszającej biodegradację zanieczyszczeń organicznych. Biopreparaty stosuje się do wspomagania procesów unieszkodliwiania ścieków bytowo-gospodarczych i produkcyjnych, gnojowicy, osadów, tłuszczów, fekaliów itp. Wykorzystywane są także do mineralizacji fekaliów z ustępów suchych oraz ograniczające uciążliwości odorowe (ProBio Sanit, Bio-21, Biolatrin, Septofos).
6) **Naturalne środki myjące, czyszczące i piorące zawierające kompozycje mikroorganizmów**, enzymy i inne naturalnego pochodzenia dodatki (ProBio Cleaner, BioKlean Soft, Mydło mikroorganiczne).

Bioróżnorodność: jest określeniem dla sumy gatunków lub ekosystemów analizowanych lub porównywanych obszarów. oznacza zróżnicowanie wszystkich żywych organizmów pochodzących m.in.:, z ekosystemów lądowych, morskich i innych wodnych ekosystemów oraz zespołów ekologicznych, których są one części (Dz. U. 2002). Źródło: Dz.U.02.184.1532 Konwencja o różnorodności biologicznej, sporządzona w Rio de Janeiro dnia 5 czerwca 1992 r. (Dz. U. z dnia 6 listopada 2002 r. artykuł 2 Definicje).

Biotechnologia - oznacza każde rozwiązanie technologiczne, które wykorzystuje systemy biologiczne, żywe organizmy lub ich pochodne do wytworzenia, albo modyfikowania produktów lub procesów (Dz. U. 2002). Źródło: Dz.U.02.184.1532 Konwencja o różnorodności biologicznej, sporządzona w Rio de Janeiro dnia 5 czerwca 1992 r. (Dz. U. z dnia 6 listopada 2002 r. artykuł 2 Definicje)

Efektywne mikroorganizmy w skrócie EM określenie autorstwa prof. Teruo Higa.

EM-1 - to kultury mateczne skompletowane w początkach lat osiemdziesiątych przez biologa Teruo Higa, profesora Uniwersytetu w Ryukyus w Japonii na wyspie Okinawa. Na ten zestaw mikroorganizmów składają się różne szczepy bakterii wyizolowane ze zdrowej gleby na Okinawie, bakterie kwasu mlekowego, bakterie ze żwacza krowy, mikroorganizmy pozyskane od przemysłu mleczarskiego i pewne szczepy drożdży.

Kultury mateczne (KM) - szczepy mikroorganizmów lub ich konsorcja wytworzone w naturalnym procesie na bazie gatunków powszechnie występujących

w naturze, z udziałem mikroorganizmów, nie modyfikowanych genetycznie, z zachowaniem najwyższych standardów higienicznych i jakościowych. Służą do wytwarzania i uaktywniania wyrobów przeznaczonych do bezpośredniego użycia – zastosowania w wybranych ekosystemach.

Prebiotyk:

a. składniki pożywienia, które korzystnie wpływają na organizm gospodarza poprzez wybiórczą stymulację wzrostu i/lub aktywności jednej lub określonej grupy bakterii w jelicie, poprawiając w ten sposób zdrowie gospodarza. (Gibson i Roberfroid, 1995).
b. wybiórczo fermentowany składnik (pokarmowy-przyp.tłum.) skutkujący swoistymi zmianami składu i/lub aktywności mikroflory przewodu pokarmowego, przynoszący korzyść/ci zdrowotną/e dla gospodarza. (Gibson i in. et al. 2010) Food Science and Technology Bulletin: Functional Foods 7 (1) 1–19.).

ProBio Emy to grupa naturalnych wyrobów na bazie odpowiednio dobranych kompozycji pożytecznych mikroorganizmów, specjalnie wyselekcjonowanych, niemodyfikowanych genetycznie szczepów drobnoustrojów, ich metabolitów, zawartych łącznie w fermentowanej mieszaninie z naturalnych składników. Wyroby te mogą wykazywać właściwości probiotyczne, przeciwutleniające, jak również bakterio- i fungistatyczne wobec patogenów i szczepów niepożądanych. Ich stosowanie nie wymaga karencji i prewencji (Zimny 2014). prof. dr hab. Lesław Zimny, Leksykon przyrodniczy polsko-angielski, Wrocław 2014, s. 296.

Probiotechnologia: (gr. pro bios – dla życia) to sposób wytwarzania i stosowania niemodyfikowanych genetycznie kompozycji pożytecznych mikroorganizmów i i ich metabolitów zawartych łącznie w fermentowanej mieszaninie z naturalnych składników. Probiotechnologia wzmacnia efektywność i bioasekurację w rolnictwie, w rewitalizacji i ochronie środowiska, jak również w gospodarstwie domowym i życiu człowieka, podnosząc jego zdrowotność (Zimny 2014). prof. dr hab. Lesław Zimny, Leksykon przyrodniczy polsko-angielski, Wrocław 2014, s. 296.

Probiotyk określany jest również jako: żywy, mikrobiologiczny dodatek, który wywiera korzystny wpływ na gospodarza poprzez zmienianie mikroflory bytującej w jego organizmie lub w jego środowisku, zapewnia bardziej efektywne przyswajanie pożywienia lub poprawia jego wartości odżywcze, usprawnia odpowiedzi immunologiczne poprzez poprawę jakości środowiska, z którym gospodarz jest związany (Verschuere i in.2000). (Verschuere, L., Rombaut,

G., Sorgeloos, P., Verstraete, W., 2000a. Probiotic bacteria as biological control agents in aquaculture. Microbiology and Molecular Biology Review 64, 655–671, (tł. własne).

Probiotyki to żywe drobnoustroje, które podane w odpowiedniej ilości wywierają korzystny wpływ na zdrowie gospodarza. (World Health Organization, Food and Agriculture Organization of the United Nations. Probiotics in food. Health and nutritional properties and guidelines for evaluation. FAO Food and Nutrition Paper 85; Rome 2006.).

dr inż Szymon Powałowski[17]

Podstawowe pojęcia z zakresu mikrobiologii oraz krótka charakterystyka najważniejszych gatunków mikroorganizmów znajdujących się w kompozycjach pożytecznych mikroorganizmów

Taksonomia mikroorganizmów – to ich podział na grupy o określonym stopniu pokrewieństwa, który opiera się na podstawowych grupach takich jak: domeny, typy, klasy, rzędy, rodziny, rodzaje, gatunki, podgatunki i szczepy[18].

Szczep - to czysta kultura wyizolowanego mikroorganizmu, czyli „zbiór" komórek jednorodnych genotypowo i fenotypowo, czyli wykazujących podobne właściwości, należących do tego samego gatunku[19].

[17] Dr inż. Szymon Powałowski – absolwent Akademii Rolniczej w Poznaniu, technolog żywności, mikrobiolog, od lat zafascynowany mikroorganizmami, a zwłaszcza bakteriami fermentacji mlekowej i możliwościami ich wykorzystania w życiu człowieka. Obecnie dyrektor Instytutu Technologii Mikrobiologicznych w Turku, stworzonego przez ProBio Cluster.

[18] Libudzisz Z., Kowal K., Żakowska Z.: Mikrobiologia techniczna Tom I i II, Wydawnictwo Naukowe PWN, 2008.

[19] Tamże.

Komórka (łac. cellula) – najmniejsza strukturalna i funkcjonalna jednostka organizmów żywych zdolna do przeprowadzania wszystkich podstawowych procesów życiowych (takich jak przemiana materii, wzrost i rozmnażanie). Jest podstawową jednostką morfologiczno-czynnościową ustroju. W każdej żywej komórce zawarte jest DNA, będące nośnikiem informacji o jej cechach. Może ono występować w postaci tzw. nukleoidu lub być zlokalizowane w jądrze komórkowym. Na tej podstawie dzielimy komórki na prokarioty – nie zawierające jądra (np. bakterie) i eukarioty – zawierające jądro (np. drożdże, pleśnie, organizmy wyższe)[20].

DNA - kwas deoksyrybonukleinowy – wielkocząsteczkowy, organiczny związek chemiczny, należący do kwasów nukleinowych, pełniący rolę nośnika informacji organizmów żywych. W sekwencji struktury tego związku zakodowane są wszystkie informacje o właściwościach i cechach komórki oraz organizmu. W ramach podstawowych form morfologicznych (kształtów) komórek bakteryjnych wyróżnia się:

- kuliste - ziarniaki (*coccus*)
- wydłużone - laseczki (*bacillus*)
- maczugowce (*Corynebacterium*)
- formy spiralne - śrubowce (*Spirillum*)
- przecinkowce (*Vibrio*)
- krętki (*Spirochaeta*)

W zależności od: budowy szkieletu mureinowego ściany komórkowej, jego składu, grubości, obecności innych związków, bakterie dzieli się na dwie grupy - gramdodatnie G(+) i gramujemne G(–), wykazujące odmienne właściwości i możliwe do rozróżnienia w procesie barwienia opracowanym przez duńskiego bakteriologa Christiana Grama. Co bardzo istotne ze względów praktycznych, komórki gramdodatnie wykazują różną od bakterii gramujemnych odporność na czynniki środowiskowe, takie jak pH, temperatura, związki chemiczne, antybiotyki itp[21].

Konsorcjum mikroorganizmów – zespół różnorodnych mikroorgaznimów zdolnych do wspólnego wzrostu w tym samym środowisku, wzajemnie dla siebie nieszkodliwych, i w założeniu ze sobą współdziałających, chociażby w zakresie przygotowania przez jedną grupę warunków do wzrostu kolejnej, np. dzięki syntezie pewnych związków wykorzystywanych jako substancje odżywcze (źródło węgla, azotu, itp.) przez rozwijającą się później grupę mi-

[20] Tamże.

[21] Tamże.

kroorganizmów. Grupa może wzajemnie zapewniać dla siebie ochronę przed zainfekowaniem opanowaniem ich niszy ekologicznej przez obce szczepy i posiadać niemożliwą do uzyskania przez odrębny szczep stabilność oraz wszechstronną aktywność metaboliczną. Podkreślenia wymaga fakt, że to właśnie mikrorganizmy – najniżej zorganizowane formy życia są pierwszym i ostatnim ogniwem łańcucha pokramowego, okreslanego również łancuchem życia. Przy czym mnogość ogniw jest równa populacji wszystkich stworzeń. Natomiast łańcuch życia jest tylko jeden. Zanik bioróżnorodności ogniw ogranicza pulę dziedziczonych genów. Unifikacja wypierająca bioróżnorodność wszelkich form życia nie służy więc rozwojowi łańcucha życia[22].

Białka – wielkocząsteczkowe biopolimery, a właściwie biologiczne polikondensaty, zbudowane z reszt aminokwasów połączonych ze sobą wiązaniami peptydowymi -CONH-. Występują we wszystkich żywych organizmach oraz wirusach. Pełnią wiele ważnych funkcji biologicznych, zwłaszcza jako enzymy, katalizujące przebieg reakcji biochemicznych.

Węglowodany (cukry, cukrowce, sacharydy) – organiczne związki chemiczne składające się z atomów węgla, wodoru i tlenu. Są to związki zawierające jednocześnie liczne grupy hydroksylowe. Ze względu na liczbę jednostek cukrowych w cząsteczce, węglowodany dzielą się na:

- cukry proste, inaczej monosacharydy (jednocukry)
- dwucukry, inaczej disacharydy
- trójcukry, inaczej trisacharydy
- penta-, heksa-, hepta- itd. sacharydy: oligosacharydy
- wielocukry czyli polisacharydy.

Lipidy (gr. λίπος lípos – tłuszcz) - szeroka grupa występujących w naturze związków chemicznych. Zaliczają się do nich:

- Tłuszcze właściwe,
- Woski,
- Sterole,
- Witaminy rozpuszczalne w tłuszczach (jak witaminy A, D, E, K),
- Monoacyloglicerole,
- Diacyloglicerole,
- Fosfolipidy i wiele innych grup.

Główne biologiczne funkcje lipidów to magazynowanie energii, tworzenie błon biologicznych (np. błony cytoplazmatycznej) i udział w przesyłaniu

[22] Schlegel H.G.: Mikrobiologia ogólna, Wydawnictwo Naukowe PWN, 1996.

sygnałów[23].

Pożywka mikrobiologiczna (zwana czasem podłożem lub pożywką) to mieszanina związków chemicznych, o odpowiednim stężeniu, zawartości soli oraz pH, umożliwiająca hodowlę mikroorganizmów – płynna, wykorzystywana w probówkach, kolbach i bioreaktorach lub zestalona agarem, wylewana na płytki[24].

Posiew ilościowy – to podstawowa, prosta, ale też stosunkowo dokładna metoda określania liczebności mikroorganizmów opracowana pierwotnie przez Roberta Kocha. Oparta jest o zliczanie kolonii mikroorganizmów wyrosłych na odpowiednim podłożu agarowym, z kolejnych rozcieńczeń dziesiętnych materiału badanego[25].

Agar-agar (potocznie *agar*) – jest to polisacharyd (galakton) – substancja otrzymana z wodorostów morskich, dostępna w postaci wysuszonej i sproszkowanej. Jego podstawową właściwością jest fakt, iż łatwo ulega uwodnieniu na ciepło (temp. 90 – 100°C), zaś po przestudzeniu (45 – 48°C) tworzy stabilne, kruche i odwracalne termicznie żele. Umożliwia tym samym hodowlę mikroorganizmów w szerokim zakresie temperatury. Co bardzo istotne, substancja ta nie jest wykorzystywana przez mikroorganizmy jako źródło substancji odżywczych, dzięki czemu podłoża nie upłynniają się w trakcie hodowli, jak mogłoby to mieć miejsce, gdyby zastosować w celu ich zestalenia żelatynę[26].

Mikroorganizmy znajdujące się w kompozycjach pożytecznych mikroorganizmów

Bifidobacterium bifidum jest bakterią Gram-dodatnią, beztlenową, a przy tym jednym z pierwszych mikroorganizmów dla których udowodniono ich właściwości probiotyczne. Zajmuje stąd szczególnie ważne miejsce w kompozycjach probiotycznych, mając zdolność kolonizacji głównie błon śluzowych

[23] Tamże.
[24] Tamże.
[25] Tamże.
[26] Tamże.

jelita grubego oraz pochwy, gdzie może występować w dużych stężeniach. *B.bifidum* poprzez konkurencję, czyli przywieranie do ścianek jelita i tym samym blokowanie miejsca do rozwoju oraz zabieranie składników odżywczych, zapobiega kolonizacji inwazyjnych bakterii chorobotwórczych, takich jak *Salmonella*, *Clostridium* czy *Escherichia* coli. *B.bifidum* wytwarza kwas mlekowy i octowy, które obniżają pH w środowisku jelitowym i uniemożliwiają rozwój bakterii niepożądanych, a tym samym hamują procesy gnilne[27].

Bifidobacterium longum to blisko spokrewniony z *B.bifidum* gatunek, również Gram-dodatniej i beztlenowej bakterii probiotycznej o dość silnie wydłużonych komórkach, żyjącej głównie w jelicie grubym. Badania wskazują, że gatunek *B.longum* może poprawić wartość odżywczą pokarmów. Szczepy z tego gatunku mają zdolność do wytwarzania witamin z grupy B i enzymów - fosfatazy kazeinowej i lizozymu, posiadającego właściwości antybakteryjne wobec niepożądanych bakterii Gram-dodatnich. Badania kliniczne sugerują, że *B.longum* zmniejsza częstotliwość zaburzeń żołądkowo-jelitowych takich jak biegunka, nudności, zaparcia itp. oraz pomaga w funkcjonowaniu układu pokarmowego[28].

Bifidobacterium animalis to Gram-dodatnia bakteria beztlenowa. Zwykle duże jej kolonie można znaleźć w jelicie grubym. *Bifidobacterium animalis* i *Bifidobacterium lactis* były pierwotnie opisywane jako dwa różne gatunki. Obecnie powszechnie stosuje się zamiennie nazewnictwo, a w rzeczywistości w obrębie gatunku *B.animalis* wyróżnia się dwa podgatunki – *B.animalis* podgatunek animalis oraz *B.animalis* podgatunek lactis. Obie stare nazwy *B.animalis* i *B.lactis* jako skrócone nazwy szczepów probiotycznych są nadal używane zamiennie na etykietach wyrobów. W większości przypadków nie jest deklarowane, który podgatunek został użyty w danym wyrobie. Rodzaj *Bifidobacterium* dawniej też był klasyfikowany i mógł występować pod nazwami: *Bacillus bifidus*, *Bacterium bifidum*, *Lactobacillus bifidus*, i *Lactobacillus parabifidus*. Badania nad bakteriami z rodzaju *Bifidobacterium* udowodniły, że mikroorganizmy te zwiększają przyswajanie składników mineralnych takich jak żelazo, wapń, magnez i cynk. Gatunki z tego rodzaju są

[27] Mitsuoka T.: Bifidobacteria and their role in human health. J. Ind. Microbiol. 6: 263-267 (1990).

[28] Arunachalam K.D.: Role of the Bifidobacteria in nutrition, medicine and technology. Nutr. Res. 19: 1559-1597 (1999); Schell M.A., Karmirantzou M., Snel B., Vilanova D., Berger B., Pessi G., Zwahlen M.C., Bork P., Delley M., Pridmore R.D., Arigoni F.: The genome sequence of Bifidobacterium longum reflects its adaptation to the human gastrointestinal tract. PNAS 99: 14422-14427 (2002).

wykorzystywane w przemysłowej produkcji środków spożywczych jak mleko probiotyczne, w zastosowaniach terapeutycznych jak np. w leczeniu zaburzenia trawienia u niemowląt, w chorobach jelit, zaparciach, marskości wątroby, zaburzeniu równowagi flory jelitowej po antybiotykoterapii i wzmaganiu perystaltyki jelit[29].

Lactobacillus plantarum jest Gram-dodatnią, nieprzetrwalnikującą bakterią, zdolną do wzrostu w różnorodnych środowiskach, preferującą warunki beztlenowe. Rozkładając cukry dostępne w podłożu, wytwarza szeroką gamę metabolitów z kwasem mlekowym na czele, mając tym samym zdolność do obniżania pH środowiska. Jest powszechnie występującym przedstawicielem rodzaju *Lactobacillus*, spotykanym na tkankach roślinnych, a tym samym w naturalnych produktach spożywczych – kiszonej kapuście, ogórkach, oliwkach solonych, koreańskim kimchi, nigeryjskim ogi, zakwasie i innych sfermentowanych materiałach pochodzenia roślinnego, a także w niektórych serach i wędlinach fermentowanych. L.plantarum naturalnie zasiedla także przewód pokarmowy i błony śluzowe człowieka. Badania pokazują, że *L.plantarum* może zmniejszać ból, wzdęcia brzucha i zaparcia u pacjentów z zespołem jelita drażliwego. *L.plantarum* wydziela naturalny antybiotyk lactolinę, syntetyzuje aminokwas L-lizynę, która ma właściwości antywirusowe. *L.plantarum* wytwarza enzymy glikolityczne, zdolne rozkładać glikozydy cyjanogeniczne i jest skuteczny w eliminacji azotanów. *L.plantarum* eliminuje z żywności toksyny, w tym mykotoksyny pleśniowe i wykazuje aktywność zwalczania patogenów (bakterii chorobotwórczych), takich jak *Staphylococcus aureus* i *enterokoki*[30].

***Lactobacillus acidophilus*,** podobnie jak inne bakterie mlekowe, jest względnie beztlenową bakterią Gram-dodatnią, zdolną do wytwarzania kwasu mlekowego z laktozy i innych cukrów. Posiada właściwości probiotyczne i jest jednym z najważniejszych mikroorganizmów przewodu pokarmowego człowieka. Badania sugerują, że niektóre szczepy z gatunku *L.acidophilus* mogą pomóc w kontrolowaniu zakażeń jelitowych, a więc zmniejszaniu ryzyka wystąpienia biegunek oraz łagodzeniu ich przebiegu oraz poprawie trawienia przetworów mlecznych przez rozkład cukru mlecznego laktozy. Mogą one także wytwarzać substancje hamujące rozwój niektórych typów nowotworów, stymulować odpowiedź immunologiczną przeciwko niepożądanym mikroorganizmom jelitowym, łącznie z wirusami, a także pomagać w kontroli

[29] Schlegel H.G.: Mikrobiologia ogólna, Wydawnictwo Naukowe PWN, 1996.
[30] Tamże.

poziomu cholesterolu w surowicy krwi. Pełnią wiele pożytecznych funkcji o charakterze probiotycznym, w tym hamując wzrost organizmów chorobotwórczych i zapobiegając ich namnażaniu i kolonizacji organizmu człowieka. Udowodniono, iż szczepy z gatunku *L.acidophilus* wytwarzają naturalne antybiotyki jak: *lactocidinę*, *acidophilinę* itp., wspomagające ochronę naszego organizmu przed infekcjami. Potwierdzono także, iż *L.acidophilus* wykazuje aktywność przeciwbakteryjną wobec ptogenów takich jak: *Staphylococcus aureus*, *Salmonella*, *Escherichia coli* i *Candida albicans*[31].

Lactobacillus casei to kolejna bakteria probiotyczna (względnie beztlenowa G(+)), która była wykorzystywana od wieków w tradycyjnym przetworach mleka w Azji, jak japońskie napoje Yakult. To jest bardzo płodny i silny mikroorganizm, o wysokiej odporności na enzymy trawienne. Dobrze toleruje też kwasy żołądka i sole żółci, co pozwala na zasiedlenie jelita grubego i przyleganie (adhezję) do jego śluzówki. *Lactobacillus casei* jest blisko spokrewniony z *L.rhamnosus* i *L.acidophilus*. Gatunki te, jak większość z rodzaju *Lactobacillus* zdolne są do wywierania w organizmie człowieka tzw. efektu immunomodulacyjnego, to znaczy stymulowania naturalnego systemu odpornościowego naszego organizmu. Ponadto szczepy z rodzaju *Lactobacillus*, podobnie jak przedstawiciele blisko spokrewnionego rodzaju *Carnobacetrium*, bardzo często mają zdolność wytwarzania bakteriocyn – związków o charakterze peptydowym (małe cząsteczki o budowie podobnej do białek), które działając podobnie do antybiotyków, hamują rozwój bakterii chorobotwórczych. Bardzo blisko spokrewnionym z L.casei przedstawicielem tego samego rodzaju, wykazującym podobne właściwości i często spotykanym w tych samych środowiskach jest *Lactobacillus paracasei*[32].

Lactobacillus delbrueckii – silnie wydłużona, względnie beztlenowa, termofilna pałeczka G(+). Nie należy do naturalnej, stałej flory jelitowej, ale jest gatunkiem ważnym dla środowiska ludzkich jelit, z uwagi na zdolność do wyjątkowo wydajnego wytwarzania kwasu mlekowego na drodze homofermentacji mlekowej, czyli takiej, gdzie głównym i praktycznie jedynym produktem metabolizmu jest właśnie kwas mlekowy. Związek ten silnie obniża odczyn w jelitach, zapobiegając rozwojowi drobnoustrojów chorobotwórczych

[31] Altermann E., et al.: Complete genome sequence of the probiotic lactic acid bacterium Lactobacillus acidophilus NCFM. PNAS 102: 3906–3912 (2005).

[32] Buriti F.C., Saad S.M.: Bacteria of Lactobacillus casei group: characterization, viability as probiotic in food products and their importance for human health. Arch. Latinoam. Nutr. 57: 373-80 (2007).

i gnilnych. Ponadto, podobnie jak inni przedstawiciele tego rodzaju, tworzy on naturalne związki o właściwościach antybiotycznych. Poszczególne szczepy działają synergistycznie na różnych odcinkach przewodu pokarmowego zmniejszając przyczepność bakterii patogennych (szkodliwych) i uniemożliwiając kolonizację przewodu pokarmowego przez drobnoustroje chorobotwórcze. Wydzielają również substancje antybiotykopodobne, działające bakteriobójczo w stosunku do bakterii chorobotwórczych. Wpływają ponadto na ogólną odporność organizmu, stymulując wytwarzanie przeciwciał i cytokinin[33].

Lactobacillus fermentum należy do rodzaju *Lactobacillus*, wykazując podobne właściwości i cechy morfologiczne jak powyżej opisani przedstawiciele tego rodzaju. Szczepy tego gatunku są wszechstornnie wykorzystywane m.in. do fermentacji żywności i karmy dla zwierząt. Stwierdzono, że niektóre szczepy *Lactobacillus fermentum* charakteryzują się naturalną odpornością na pewne antybiotyki i chemioterapeutyki. *Lactobacillus fermentum* może również zasiedlać przewód pokarmowy człowieka, a niektóre szczepy są związane z metabolizmem cholesterolu.

Lactobacillus fermentum jest również uznawany za bakterię probiotyczną. Wykorzystanie probiotycznych drobnoustrojów jelitowych w żywności zmierza w kierunku zapobiegania (profilaktyki) i przeciwdziałania wielu problemom zdrowotnym takim jak alergie, rozwój nowotworów, choroby zapalne, infekcje jelit, niedobory mikroelementów, podwyższony poziom cholesterolu. Najnowsze badania skupiają się na wpływie probiotyków na funkcje metaboliczne gospodarza. Jednym z obszarów badań jest metabolizm cholesterolu przez bakterie kwasu mlekowego (LAB – *Lactic Acid Bacteria*) działające jako probiotyki. Badania in vitro wykazały, iż gatunki z rodzaju *Lactobacillus* usuwają cholesterol na różne sposoby, takie jak przyswajanie, wiązanie się komórek powierzchniowych, oraz włączenie do własnych błon komórkowych[34].

[33] Ott A., Fay L.B., Chaintreau A.: Determination and origin of the aroma impact compounds of yogurt flavor. J. Agr. Food Chem. 45: 850-858 (1997).; Petry S., Furlan S., Crepeau M.J., Cerning J., Desmazeaud M.: Factors affecting exocellular polysaccharide production by Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus grown in a chemically defined medium. Appl. Environ. Microbiol. 8: 3427-3431 (2000), Tharmaraj N., Shah N.P.: Selective enumeration of Lactobacillus delbrueckii ssp. bulgaricus, Streptococcus thermophilus, Lactobacillus acidophilus, Bifidobacteria, Lactobacillus casei, Lactobacillus rhamnosus, and Propionibacteria. J. Dairy Sci. 86: 2288-2296 (2003).

[34] Claesson M.J., van Sinderen D., O'Toole P.W.: Lactobacillus phylogenomics – towards a reclassification of the genus. Int. J. Syst. Evol. Microbiol. 58: 2945-2954 (2008).

Lactococcus lactis jest względnie beztlenową, bardzo intensywnie wzrastającą, nieprzetrwalnikującą, Gram-dodatnią bakterią zdolną do fermentacji mlekowej. W przeciwieństwie do bakterii z rodzajów *Lactobacillus* i *Bifidobacterium* o komórkach owalnych i wydłużonych, *Lactococcus* posiada komórki okrągłe, niekiedy nieco nieregularne, określane jako ziarniaki, tworzące często połączenia w formie krótkich łańcuszków. Od wieków gatunek ten jest szeroko stosowany w przetwórstwie mleka, do wyrabiania takich tradycyjnych wyrobów jak masło, maślanka, kefir i sery oraz otrzymywania zakwasów żytnich do wytwarzania pieczywa, kiszenia warzyw i grzybów. Z tego też względu oraz z uwagi na naturalne występowanie w produktach spożywczych, mikroorganizm ten posiada status GRAS (ang. *Generally Recognized As Save*) tzn. ogólnie uważany za bezpieczny. Bardzo dobrze poznana jest też biologia, metabolizm i genetyka tej bakterii[35].

Bacillus subtilis (tzw. laseczka sienna) - bakteria Gram-dodatnia należąca do rodziny *Bacillaceae*, została odkryta w 1835 roku. Pod nazwą B.subtilis występuje od 1872 roku. Laseczka sienna występuje pospolicie, zwłaszcza w glebie. Jest saprofitem o bardzo szerokich uzdolnieniach enzymatycznych, rozkładającym organiczne związki pochodzenia roślinnego. Wytwarza enzymy, m.in. amylazę i proteazę. Jest ruchliwą laseczką, o średnicy 0,7–0,8 μm i 2–3 μm długości. Najlepiej rośnie w warunkach tlenowych. Ma małe wymagania. Przetrwalniki to kuliste endospory, powstające w centrum macierzystej komórki. Struktura, proces powstawania i właściwości endospor tego gatunku zostały poznane lepiej niż jakiejkolwiek innej bakterii. Są one wyjątkowo odporne na niekorzystne warunki zewnętrzne, np.:

- endospory są odporne na wysoką temperaturę – we wrzącej wodzie sukcesywnie giną, ale 10% wytrzymuje w niej godzinę, a 1% dwie godziny
- mogą przetrwać działanie ciśnienia rzędu 2 mld Pa przez 45 minut
- w próżni kosmicznej zachowują żywotność przez dobę[36].

Saccharomyces cerevisiae – to gatunek drożdży, którego poszczególne szczepy (drożdże piekarskie, drożdże winiarskie, gorzelnicze) znaj-

[35] Bachmann H., Starrenburg M.J.C., Dijkstra A., Molenaar D., Kleerebezem M., Rademaker J.L.W.,van Hylckama Vlieg J.E.T.: Regulatory phenotyping reveals important diversity within the species Lactococcus lactis. Appl. Environ. Microbiol. 75: 5687-5694 (2009). Drider D., Bekal S., Prévost H.: Genetic organization and expression of citrate permease in lactic acid bacteria. Gen. Mol. Res. 3: 273-281 (2004).

[36] Libudzisz Z., Kowal K., Żakowska Z.: Mikrobiologia techniczna Tom I i II, Wydawnictwo Naukowe PWN, 2008.

dują zastosowanie w różnych dziedzinach i posiadają ogromne znaczenie dla człowieka. Od starożytności wykorzystywane są w piekarnictwie, browarnictwie i gorzelnictwie. Drożdże te odpowiedzialne są za fermentację alkoholową. Komórki *S.cerevisiae* są owalne, niekiedy cytrynkowate, o średnicy około 5 do 10 mikrometrów, czyli kilkakrotnie większe od bakterii. Rozmnażają się bezpłciowo w procesie pączkowania. *Saccharomyces cerevisiae* to jeden z najbardziej wykorzystywanych w nauce i gospodarce mikroorganizmów. Gatunek ten jest wygodnym materiałem do badań, ponieważ jego hodowla nie jest skomplikowana, ma niskie wymagania, a przy tym charakteryzuje się szybkim wzrostem. Znaczenie tych drożdży w nauce wzięło swój początek z ich szerokiego zastosowania w przemyśle. Ponadto drożdże cechuje dość prosta budowa, ale jednocześnie bardzo podobna do komórek ludzkich z uwagi na przynależność do eukariotów. *Saccharomyces cerevisiae* był pierwszym organizmem eukariotycznym, dla którego poznano kompletną sekwencję genomu. Powstała wskutek tego projektu baza danych, jest wykorzystywana w wielu dziedzinach nauki, przyczyniając się do rozwoju wiedzy o mechanizmach i organizacji komórek eukariotycznych. Genom omawianego gatunku drożdży zawiera około 13 milionów par zasad i 6275 genów. Prawdopodobnie około 5800 z nich jest naprawdę funkcjonalnych. Około 1500 z nich to geny niezbędne do życia. Szacuje się, że około 23% genomu drożdży jest takie samo jak u ludzi[37].

Streptococcus salivarius ssp. *thermophilus*, dawniej *Streptococcus thermophilus* — Gram-dodatnia, termofilna bakteria, o optymalnej temperaturze wzrostu wynoszącej 45°C i okrągłych komórkach podobnych kształtem do komórek bakterii z rodzaju *Lactococcus* (ziarniaki). Zalicza się ją do paciorkowców zieleniejących, do grupy salivarius (wraz z *Streptococcus salivarius* i *Streptococcus vestibularis*). Jako jedyny paciorkowiec nie wchodzi w skład flory fizjologicznej człowieka. Używa się jej w przemyśle spożywczym do produkcji jogurtów, serów i innych przetworów mlecznych. Uważa się, że jest drugim po L.lactis najważniejszym drobnoustrojem w procesach przetwarzania mleka. Głównym wytworem fermentacji laktozy, wykorzystywanej jako źródło węgla jest kwas mlekowy, w naturalnym środowisku przetworów mlecznych przechodzący często w mleczan wapnia[38].

[37] Goffeau A., Barrell B.G., Bussey H., Davis R.W., Dujon B., Feldmann H., Galibert F., Hoheisel J.D., Jacq C., Johnston M., Louis E.J., Mewes H.W., Murakami Y., Philippsen P., Tettelin H., Oliver S.G.: Life with 6000 Genes. Science 274: 546-567 (1996).

[38] Schlegel H.G.: Mikrobiologia ogólna, Wydawnictwo Naukowe PWN, 1996.

Rhodopseudomonas palustris jest Gram-ujemną, niesiarkową bakterią purpurową wchodzącą w skład grupy tzw. PNSB. Stwierdzono, ze *R.palustris* występuje w lagunach odpadów z chlewni, odchodach dżdżownic, przybrzeżnych osadach morskich i wodach stawów. Chociaż purpurowe bakterie niesiarkowe są normalnie fotoheterotroficzne, *R.palustris* jest zdolna do rozwoju w czterech różnych procesach metabolizmu, które wspierają życie: fotoautotroficznym, fotoheterotroficznym, chemoautotroficznym i chemoheterotroficznym, jak również dowolnego przełączania się pomiędzy tymi procesami. Oznacza to, że bakteria ta może rosnąć w środowisku tlenowym lub beztlenowym, może wykorzystywać światło, związki nieorganiczne lub związki organiczne do uzyskania energii, może ona pozyskiwać węgiel z dwutlenku węgla lub związków pochodzących z roślin zielonych. Może również pozyskiwać azot. Ta uniwersalność *R.palustris* wzbudza ogromne zainteresowanie społeczności naukowej i sprawia, że bakteria ta znajduje zastosowanie w wielu rozwiązaniach biotechnologicznych[39].

Rhodobacter sphaeroides, znana też pod starą nazwą jako *Rhodopseudomonas sphaeroides*, jest bakterią Gram-ujemną, należącą do podklasy Protobacteria, izolowaną przede wszystkim z dna głębokich jezior i innych wód stojących. Zaliczana jest do grupy PNSB – purpurowych bakterii niesiarkowych, zdolnych do pozyskiwania energii z fotosyntezy (bakteria fototroficzna) lub rozkładu związków chemicznych oraz, w zależności od warunków otoczenia, do metabolizmu beztlenowego lub tlenowego z wykorzystaniem energii rozkładu wiązań chemicznych. Dzięki szerokim uzdolnieniom metabolicznym może wzrastać w zróżnicowanych warunkach, niezależnie od dostępu światła, podobnie jak zaliczana do tej samej grupy funkcjonalnej i wykazująca podobne właściwości *Rhodopseudomonas palustris*[40].

[39] Tamże.

[40] Tamże.

Bibliografia

1. Antalfi A., Tolg J. (1975). Ryby roślinożerne. PWRiL, Warszawa.
2. Antychowicz J. (1996). Choroby i zatrucia ryb. Wyd. SGGW, Warszawa.
3. Antychowicz J. (2007). Choroby ryb śródlądowych. PWRiL, Warszawa.
4. Bykowski P., Lorek 0. (2004). Bezpieczeństwo produktu – główny atrybut unijnej polityki żywnościowej: Pstrągarstwo. Problemy prawne, zdrowotne i jakościowe. Wyd. IRS Olsztyn. ss. 103-114.
5. Cieśla M. (2013). Wielofunkcyjna i zintegrowana rola stawowej gospodarki karpiowej. W: Lirski A., Seremak-Bulge J., Śliwiński J., Ciesla M (red.) Strategia Karp 2020, Wyd. SZOSTAKDRUK, Staszów, ss. 236-265.
6. Cieśla M., Śliwiński J., Ostaszewska T., Jończyk R., Pęczkowski T. (2012). Określenie dobrych praktyk utrzymania przy ekologicznym chowie karpi i pstrągów ze szczególnym uwzględnieniem zapobiegania i zwalczania chorób ryb. W: Wyniki badań z zakresu rolnictwa ekologicznego w 2011. Wyd. ITP., Falenty. ss. 277-284.
7. Cieśla M., Śliwiński J., Ostaszewska T., Jończyk R., Wojda R. (2013). Określenie dobrych praktyk utrzymania przy ekologicznym chowie karpi i pstrągów ze szczególnym uwzględnieniem zapobiegania i zwalczania chorób ryb. W: Wyniki badań z zakresu rolnictwa ekologicznego w 2012. Wyd. ITP, Falenty. ss. 155-164.
8. Cieśla M., Śliwiński J., Ostaszewska T., Jończyk R., Wojda R.(2014). Określenie dobrych praktyk utrzymania przy ekologicznym chowie karpi i pstrągów ze szczególnym uwzględnieniem zapobiegania i zwalczania chorób ryb. W: Wyniki badań z zakresu rolnictwa ekologicznego w 2013. Wyd. ITP., Falenty.
9. Cios S. (2007). Ryby w życiu Polaków od X do XIX w. Wyd. IRŚ, Olsztyn.
10. Codex Diplomaticus Majoris Poloniae. (1987). Tom I, Biblioteka Kórnicka, druki J.I. Kraszewski (W. Łebiński), Poznań.
11. Dobrowolski A., Bukacińska M., Bukaciński D., Cygan P., Karczmarek W. (1995). Przyrodniczo-ekonomiczna waloryzacja stawów rybnych w Polsce. Fund. IUCN, Poland, Warszawa.
12. Dyrektywa Rady 2006/88/WE z 24 października 2006 r. w sprawie wymagań w zakresie zdrowia zwierząt akwakultury i produktów akwakultury oraz zapobiegania niektórym chorobom zwierząt wodnych i zwalczania tych chorób. Dz. Urzęd. WE L 328, ss. 14-56.
13. Gawrecki Z., Kohn A. (1860). Polskie stawowe gospodarstwo. S. H. Merzbach, Warszawa.
14. Goryczko K. (1998). Pojęcie dobrostanu w hodowli ryb łososiowatych. Mat. XXIII Kraj. Konf. Hod. Ryb Łos. Wyd. IRS, Olsztyn. ss. 43-47.

15. Goryczko K. (2005). Pstrąg tęczowy. Chów i hodowla. Wyd. IRŚ, Olsztyn.
16. Guziur J. (2000). Znaczenie pozaprodukcyjnych walorów małych zbiorników śródlądowych. Materiały V Konferencji Naukowej Rzeszowsko-Lwowsko-Koszyckiej „Aktualne problemy budownictwa i inżynierii środowiska", Rzeszów, 25-26.IX.2000, Cz. II, ss. 101-111.
17. Guziur J., Białowąs H., Milczarzewicz W. (2003). Rybactwo stawowe. Oficyna Wyd. Hoża, Warszawa.
18. Guziur J., Woźniak M. (2006). Produkcja ryb w małych zbiornikach. Oficyna Wyd. Hoża, Warszawa.
19. Inglot S., Nyrek A. (1960). Jana Dubraviusa i Olbrychta Strumieńskiego dzieła o gospodarce rybnej. Studium porównawcze. T. 1. Uniwersytet Wrocławski.
20. Kluk K. (1780). Zwierząt domowych i dzikich osobliwie krajowych, historii naturalnej początki i gospodarstwo. Warszawa.
21. Knosche R., Schreckenbach K., Pfeifer M., Weissenbach H. (2000). Balances of phosphorous and nitrogen in carp ponds. Fish. Mgmt. And Ecol., 7, ss. 15-22.
22. Koch W., Bank O., Jens G. (1976). Fischzucht, Lehrbuch für Zuchter und Teichwirte. Verlag Paul Parey, Hamburg – Berlin, ss. 2-9.
23. Kocyłowski Br., Miączyński T. (1960). Choroby ryb i raków. PWRiL, Warszawa.
24. Kolasa-Jamińska B. (1999). Wpływ stopnia intensyfikacji chowu ryb w stawach na jakość wody odprowadzanej w czasie odłowu. Rozprawa doktorska wykonana w AR w Szczecinie, Biblioteka Pracowni Ichtiobiologii i Rybactwa SGGW w Warszawie.
25. Kossakowski S. (1995). Promieniotwórcze skażenie środowiska. Wyd. PIWet, Puławy.
26. Krüger A. (2000). Quo vadis polskie rybactwo stawowe. Wyd. IRŚ, Olsztyn.
27. Kuczyński M. (2007). Pozaprodukcyjne walory stawów karpiowych. W: Lirski A., Wolnicki J., Siwicki K. (red.) Wybrane zagadnienia dobrostanu karpia. Wyd. IRŚ, Olsztyn ss. 43-54.
28. Kuzebski E. (2013). Rybołówstwo morskie. Rynek ryb – stan i perspektywy, 20, ss. 17-19.
29. Kwiatek K. (2007). Analiza zagrożeń i analiza ryzyka w zapewnieniu bezpieczeństwa pasz i ochronie zdrowia publicznego: w Bezpieczeństwo pasz dla bezpieczeństwa żywności. Wyd. PIWet-PIB, Puławy.
30. Leopold M. (1981). Walory chowu ryb w porównaniu z innymi formami produkcji zwierzęcej. Instrukcja IRŚ, Olsztyn, 7.
31. Lirski A., Wałowski J., Cieśla M. (2010). Chów karpia w Polsce w latach 2004-2009. W: Cieśla M., Wojda R. (red.) Wielofunkcyjność gospodarki karpiowej w Polsce. Cz. 1. Aktualne uwarunkowania. Wyd. Wieś Jutra, ss. 9-20.
32. Niewiadomska A. (1988). Polichlorowane bifenyle w tłuszczu i mleku u ludzi i zwie-

rząt w Polsce. Praca doktorska. Wyd. PIWet, Puławy.
33. Niewiadomska A. (2007). Ocena narażania na pestycydy chloroorganiczne i polichlorowane bifenyle (PCB) pobierane z żywnością pochodzenia zwierzęcego. Wyd. PIWet-PIB, Puławy.
34. Nyrek A. (1966). Gospodarka rybna na Górnym Śląsku od połowy XVI do połowy XIX wieku. Prace Wrocławskiego Towarzystwa Naukowego, s. A, nr 111.
35. Pejsak Z., Żmudziński J.F. (2007). I Międzynarodowa Konferencja Laboratoriów Referencyjnych OIE i Centrów Współpracujących z OIE. Med. Wet. 63, ss. 491-494.
36. Pirtań Z., Lirski A., Rytel P. (2013). Analiza branży i jej potencjału (bilans otwarcia) wraz z analizą SWOT. W: Strategia Rozwoju Zrównoważonej Akwakultury Intensywnej 2020, SPRŁ, Lębork 2013 r.
37. Prost M. (1994). Choroby ryb. PTNW, Lublin.
38. Report of a Joint FAO/NACA/WHO Study Group. (1999). Food safety issues with products from aquaculture. World Health Organization, Genewa. ss. 9-46.
39. Rozporządzenie 178/2002 Parlamentu Europejskiego i Rady z 28 stycznia 2002 roku ustanawiające ogólne zasady i wymagania prawa żywnościowego, powołujące Europejski Urząd ds. Bezpieczeństwa Żywności oraz ustanawiające procedury w zakresie bezpieczeństwa żywności. Dz. U. UE L 31.
40. Rozporządzenie Komisji (WE) nr 710/2009 z dnia 5 sierpnia 2009 r. zmieniające rozporządzenie (WE) 889/2008 ustanawiające szczegółowe zasady wdrażania rozporządzenia Rady (WE) 834/2007 w odniesieniu do ustanawiania szczegółowych zasad dotyczących ekologicznej produkcji zwierzęcej w sektorze akwakultury i ekologicznej produkcji wodorostów morskich.
41. Rozporządzenie Komisji (WE) nr 889/2008 z dnia 5 września 2008 r. ustanawiające szczegółowe zasady wdrażania rozporządzenia Rady (WE) nr 834/2007 w sprawie produkcji ekologicznej i znakowania produktów ekologicznych w odniesieniu do produkcji ekologicznej, znakowania i kontroli.
42. Rozporządzenie Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dnia 11 grudnia 2006 r. w sprawie kategorii materiałów paszowych. Dz. U. 2007a, 2, poz. 13.
43. Rozporządzenie Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dnia 14 grudnia 2006 r. w sprawie szczegółowych warunków i sposobu pobierania próbek do badań oraz postępowania z próbkami pobranymi w ramach urzędowej kontroli pasz. Dz. U. 2007b, 2, poz. 14.
44. Rozporządzenie Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dnia 14 października 2008r. w sprawie szczegółowych wymagań weterynaryjnych dla prowadzenia działalności w zakresie akwakultury. Dz. U. 2008a, 190, poz. 1167.
45. Rozporządzenie Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dnia 16 października 2008r. w sprawie sposobu ustalania weterynaryjnego numeru identyfikacyjnego. Dz. U.

2008b,193, poz. 1193.
46. Rozporządzenie Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dnia 23 stycznia 2007 r. w sprawie dopuszczalnych substancji niepożądanych w paszach. Dz. U. 2007c, 20, poz. 119.
47. Rozporządzenie Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dnia 6 lutego 2009r. w sprawie zwalczania chorób zakaźnych zwierząt akwakultury. Dz. U. 2009, 30, poz. 198.
48. Rozporządzenie Rady (WE) nr 834/2007 z dnia 28 czerwca 2007 r., w sprawie produkcji ekologicznej i znakowania produktów ekologicznych i uchylające rozporządzenie (EWG) nr 209/91.
49. Seremak-Bulge J. (2013). Rybactwo śródlądowe. Rynek ryb – stan i perspektywy, 20, ss. 19-22.
50. Sikorski W. (1899). Gospodarstwo rybne. Drukiem Władysława Szulca, Warszawa,
51. Sitarek M. (2014). Zastosowanie technologii mikroorganizmów na karpiowych stawach hodowlanych. Przegląd Rybacki 5 (137), ss. 18-19.
52. Siwicki K., Głąbski E., Kazuń B. (2007). Wpływ odłowu, transportu i warunków przetrzymywania w basenach na stan kondycyjny i zdrowotny karpia. W: Lirski A., Siwicki K., Wolnicki J (red.) Wybrane zagadnienia dobrostanu karpia. Wud IRŚ, Olsztyn, ss. 101-124.
53. Staff Fr. (1930). Materiały do charakterystyki stosunków rybackich w Polsce. Roczn. Ichtiobiol. Nr 1. Wyd. SGGW, Warszawa.
54. Starmach K. (1965). Staw jako środowisko hodowlane. W: Rudnicki A (red.) Hodowla ryb w stawach. Wyd. PWRiL, Warszawa, ss. 23-86.
55. Stegman K. (1952). Kultura stawu rybnego. Wyd. PWRiL, Warszawa.
56. Stegman K. (1965). Podnoszenie kultury stawów. W: Rudnicki A (red.) Hodowla ryb w stawach. Wyd. PWRiL Warszawa, ss. 339-375.
57. Strumieński O. (1573). O sprawie sypaniu, wymieszaniu i robieniu stawów. Kraków.
58. Strzelecki A., Bratyński L. (1877). Gospodarstwo rybne i urządzenie stawów. Drukarnia Józefa Sikorskiego, Warszawa.
59. Szczerbowski J (red.). (2008). Rybactwo śródlądowe. Wyd. IRŚ, Olsztyn.
60. Szczerbowski J. (2006). Żywienie ryb: w Żywienie zwierząt i paszoznawstwo. Wyd. Nauk PTNW, Warszawa. ss. 423-433.
61. Szczygielski W. (1967). Zarys dziejów rybactwa w Polsce. PWRiL, Warszawa.
62. Ustawa z dnia 10 lipca 2008 r. o zmianie ustawy o ochronie zdrowia zwierząt oraz zwalczaniu chorób zakaźnych zwierząt oraz o zmianie niektórych innych ustaw. Dz. U. 2008, 145, poz. 916.
63. Ustawa z dnia 11 marca 2004 r. o ochronie zdrowia zwierząt oraz zwalczaniu chorób zakaźnych zwierząt. Dz. U. 2004, 69, poz. 625 z późn. zm.
64. Ustawa z dnia 22 lipca 2006 r. o paszach. Dz. U. 2006, 144, poz. 1045 z późn. zm.
65. Wieniawski J, Drabiński A. (1989). Obliczanie bilansów wodnych stawów typu kar-

piowego. Wytyczne do projektowania. Wyd. Zrzeszenia Biur Projektantów Wodnych Melioracji w warszawie, Biblioteczka Projektanta, 4/89.
66. Wojda R. (2006). Karp – chów i hodowla. Wyd. IRŚ, Olsztyn.
67. Zygmunt G. (2006). Wpływ stawów karpiowych na bilans wodny zlewni. Rozpr. Doktorska wykonana w Pracowni Ichtiobiologii i Rybactwa SGGW w Warszawie, Biblioteka Pracowni Ichtiobiologii i Rybactwa SGGW w Warszawie.
68. Żelazny J. (2002a). Zdrowotność karpia w warunkach stawów hodowlanych. Przegląd Rybacki 27, ss. 16-22.
69. Żelazny J. (2002b). Zanieczyszczenia środowiska wodnego a zdrowotność karpia.W: Środowisko a stan zdrowotny karpia. Wyd. PIWet., Puławy. ss. 15-24.
70. Żelazny J. (2003). Postępowanie w przypadku zaburzeń w hodowli ryb spowodowanych zanieczyszczeniem środowiska wodnego. Mat. VIII Konf. Hod. Karpia. Wyd. PTRyb, Poznań. ss. 27-33.
71. Żmudzki J. (2007). Substancje niepożądane w paszach – ocena zagrożeń. W: Bezpieczeństwo pasz dla bezpieczeństwa żywności. Wyd. PIWet-PIB, Puławy, ss. 10-16.
72. Żmudzki J., Niewiadomska A., Szkoda J., Semeniuk S., Różańska A., Wojtoń B. (2001).Badania surowców zwierzęcych. W: Raport z monitoringu jakości gleb, roślin, produktów rolniczych i spożywczych. Wyd. MRiRW, Warszawa. ss. 126-154.

Europejski Fundusz Rolny
na rzecz Rozwoju Obszarów Wiejskich

Krajowa Sieć Obszarów Wiejskich

Program Rozwoju Obszarów Wiejskich na lata 2007-2013

„Europejski Fundusz Rolny na Rzecz Rozwoju Obszarów Wiejskich: Europa inwestująca w obszary wiejskie"
Publikacja opracowana przez Stowarzyszenie EkosystEM-Dziedzictwo Natury.
Publikacja współfinansowana ze środków Unii Europejskiej w ramach
Pomocy Technicznej Programu Rozwoju Obszarów Wiejskich na lata 2007-2013
Instytucja zarządzająca Programem Rozwoju Obszarów Wiejskich na lata 2007-2013 - Minister Rolnictwa i Rozwoju Wsi

Stowarzyszenie EkosystEM
Dziedzictwo Natury

Redakcja:
Wiktoria Długosz
Bogusław Hezler

Tekst:
dr. Mirosław Cieśla
dr n. wet. Jan Żelazny

Korekta i skład:
Marek Gacka

Projekt okładki:
Dominik Gacka

adres do korespondencji:
ul. Krakowskie Przedmieście 66, lok. 4
00-322 Warszawa, woj. mazowieckie

ISBN: 978-83-939158-4-2
Biuletyn dostępny na stronach: **www.ksow.pl/biblioteka-ksow, www.dziedzictwonatury.pl**