

## Hodowla krewetek w Meksyku

Wojciech Krawczyk, Eugeniusz Herbut, Jacek Walczak

*Instytut Zootechniki Państwowy Instytut Badawczy, Dział Technologii, Ekologii i Ekonomiki  
Produkcji Zwierzęcej, 32-083 Balice k. Krakowa*

Krewetki (*Caridea*) to skorupiaki morskie lub słodkowodne należące do rzędu dziesięcionogów (*Decapoda*), czyli skorupiaków wyższych, tak jak polski rak szlachetny lub błotny. Gatunki morskie prowadzą na ogół pelagialny lub litoralny tryb życia, natomiast słodkowodne i słonawo-wodne są związane z litoralnym środowiskiem roślin wodnych. Gatunki jadalne należące do tej grupy skorupiaków są zaliczane do ekskluzywnej kategorii surowców spożywczych zwanych potocznie „owocami morza”. Są one bardzo cenione przez konsumentów na całym świecie ze względu na smaczne mięso, podobnie jak homary, langusty, ostrygi, czy osiągające duże rozmiary kraby kamczackie. Połowy krewetek, zwłaszcza garneli i krewetki północnej są prowadzone na dużą, przemysłową skalę, w związku z czym w miejscach ich masowego występowania stanowią proste pożywienie i należą do najpopularniejszych owoców morza. Jednak, im dalej od miejsca połowów, tym bardziej są cenione. Krewetki występują w wodach całego świata. Kilka występujących w Bałtyku gatunków nie uzyskuje jednak dużych rozmiarów, stąd są wykorzystywane wyłącznie jako przynęta rybacka. Większe rozmiary osiągają gatunki żyjące w wodach morskich bardziej zasolonych i cieplejszych niż wody Bałtyku. Poza rosnącą skalą morskich połowów krewetek z populacji naturalnych, w ostatnich czasach prowadzone są prace nad wprowadzeniem najbardziej wartościowych gatunków do akwakultury morskiej. Do takich gatunków należy np. najbardziej poszukiwana krewetka tygrysia (*Penaeus monodon*), nazywana inaczej krewetką królewską lub olbrzymią. Doskonale nadaje się ona do smażenia, zapiekania i marynowania. Krewetka tygrysia ma wydłużony odwłok i bardzo elastyczny pancerz. Jest to jedna z największych

znanych krewetek. Na 0,5 kg tych skorupiaków przypada 15–18 szt. Najbardziej cenioną i jadalną częścią jest białe mięso pochodzące z odwłoka tej krewetki.

Badania laboratoryjne i wdrożeniowe w dziedzinie morskiej akwakultury krewetek skupiają się na poszukiwaniu gatunków najlepiej przystosowanych i wydajnych w produkcji na skalę przemysłową.

### Historia hodowli

Krewetki z rodziny *Penaeidae* dzielą się na cztery rodzaje: *Fenneropenaeus*, *Marsupenaeus*, *Litopenaeus*, *Farfantepenaeus* i 60 gatunków (Pérez-Farfante i Kensley, 1997). Ponad 50 gatunków tych skorupiaków jest hodowanych na całym świecie, przede wszystkim w Chinach (36% światowej produkcji krewetek), Tajlandii (16%), Wietnamie (13%), Indonezji (8%), Ekwadorze (5%) oraz Meksyku (4%) (FAO, 2008; Primavera, 1984).

W Meksyku największy potencjał hodowlany przypisywany jest 8 gatunkom, spośród których pierwsze cztery należą do rodzaju *Farfantepenaeus*, a kolejne do rodzaju *Litopenaeus*. Najwięcej ferm hodujących krewetki w tym kraju wykorzystuje gatunki naturalnie występujące w meksykańskiej części Oceanu Spokojnego: *Litopenaeus vannamei*, *Litopenaeus stylirostris*, *Farfantepenaeus californiensis*, a także w Zatoce Meksykańskiej: *Litopenaeus setiferus*, *Farfantepenaeus duorarum*, *Farfantepenaeus aztecus* (Linder i Cook, 1970; Rodríguez i Reprieto, 1984; Juárez i Palomo, 1985; Arredondo, 1990) (tab. 1). Rodríguez de la Cruz (1988) wyróżnił *Litopenaeus vannamei* oraz *Litopenaeus stylirostris* jako dwa najlepiej przystosowane do hodowli gatunki oceaniczne, odznaczające się m.in. wyso-

ką przeżywalnością w zbiornikach zasiedlonych przez bardzo dużą ilość osobników, odpornością na niskie temperatury i wysokie zasolenie wody, a ponadto dobrą adaptacją do warunków hodowlanych, której wyznacznikiem jest łatwość składania jaj w sztucznych warunkach utrzymania (Figueroa, 2004).

Spośród gatunków żyjących w Zatoce Meksykańskiej na uwagę zasługują: *Litopenaeus setiferus*, jako pierwszy gatunek rozmnażany laboratoryjnie i hodowany w sztucznych basenach o dużym potencjale komercyjnym (Lumare, 1980), a także *Farfantepenaeus duorarum*, zasiedlający wody zatoki aż do 70 metrów jej głębokości. Osobniki dojrzałe tego i poprzedniego gatunku występują w warunkach naturalnych w wodzie morskiej, natomiast osobniki pierwszego i drugiego stadium pośredniego, tzw. postlarwalnego i juwenilnego zasiedlają słonawe wody estuaryjne. W warunkach hodowlanych *Farfantepenaeus duorarum*, w porównaniu z *Litopenaeus setiferus*, charakteryzuje się równie dobrymi przyrostami masy ciała, ale mniejszym potencjałem rozrodczym osiąganym w warunkach laboratoryjnych (Treece, 2000).

Począwszy od lat osiemdziesiątych XX w. hodowla krewetek w Meksyku rozwija się w bardzo szybkim tempie. Dzieje się tak nie tylko za sprawą badań i rozwoju technologii, pozwalających na zwiększenie jej wydajności, ale także dzięki benefitom wynikającym z możliwości eksportu tych skorupiaków na rynki światowe. Pierwsze eksperymenty związane z hodowlą ekstensywną to koniec lat 60. XX w., kiedy na terenie stanów Nuevo León i Sonora rozpoczęto prowadzenie odpowiednich badań z wykorzystaniem gatunków *Farfantepenaeus californiensis* i *Litopenaeus stylirostris*. Badania te są uznawane za pionierskie w laboratoryjnej hodowli krewetek z rejonu Północnego Pacyfiku (Rodríguez de la Cruz, 1988). W latach siedemdziesiątych w stanie Nayarit powstały pierwsze półintensywne hodowle w basenach o powierzchni 100–200 ha, z wykorzystaniem technologii automatycznego zaopatrywania ich w wodę morską o odpowiedniej temperaturze i parametrach chemicznych oraz system jej odprowadzania i oczyszczania. Równoległe prowadzone były badania laboratoryjne dotyczące produkcji osobników pierwszego

stadium pośredniego (postlarwalnego) i ich chowu aż do osiągnięcia wagi handlowej. Początek lat 80. XX w. to rozwój systemów hodowli półintensywnej na południu stanu Sinaloa. Zastosowano w niej panamską technologię, na bazie której powstała nowoczesna ferma hodowli krewetek nad rzeką Río Fuerte, a konsekwencją jej zastosowania był jeszcze bardziej dynamiczny rozwój hodowli półintensywnych w latach 90. XX w. (SEMARNAP, 1989 i 1999). W latach tych działało już 15 laboratoriów produkujących postlarwy z rodziny *Penaeidos* oraz 201 ferm krewetek o łącznej powierzchni przekraczającej 8 tys. ha. Na uwagę zasługuje fakt, że 136 spośród nich zostało założonych w stanie Sinaloa (Gámez i De la Lanza, 1992).

W połowie lat dziewięćdziesiątych powierzchnia produkcyjna przekroczyła 14 tys. ha, a wydajność blisko 16 tys. t krewetek, aby pod koniec XX w. dojść do poziomu ponad 28 tys. t na 18 tys. ha powierzchni produkcyjnej w ponad 250 fermach hodowlanych. Liderami w produkcji tych skorupiaków w 1999 r. były stany Sinaloa, Sonora i Nayarit. Najwięcej ferm i powierzchni produkcyjnych w Meksyku posiadał w tych latach stan Sinaloa (odpowiednio: 47 i 61%) (Arredondo-Figueroa, 2002). Na przełomie XX i XXI w. głównym gatunkiem hodowanym był *Litopenaeus vannamei*, jednak większa odporność na choroby wirusowe sprawiła, że duże znaczenie w hodowli zaczął odgrywać także *Litopenaeus stylirostris*.

Początek i pierwsza dekada XXI w. charakteryzują się dalszym rozwojem produkcji krewetek, ograniczonym okresowo chorobami wirusowymi, takimi jak syndrom przedwczesnej śmierci (Early Mortality Syndrome), syndrom białych plamek (White Spot Syndrome) czy choroba żółtej głowy (Yellow Head Disease) (Jorry, 1999; Figueroa, 2004). Występowanie chorób wirusowych, atakujących krewetki w zbiornikach hodowlanych przyczyniło się – przy postępującej intensyfikacji ich produkcji – do optymalizacji technologii i technik laboratoryjnych prowadzących także do selekcji i doskonalenia genetycznego, a poprawiających m.in. odporność hodowlanych ich gatunków.

Liderami hodowanymi na początku XXI w. pozostają niezmiennie, aż do dnia dzisiejszego dwa stany – Sonora i Sinaloa, które wraz z resztą kraju produkują ponad 60 tys. t krewetek (2003),



Baseny do odchowu postlarwalnego krewetek – *Pools for post-larval rearing of shrimp*

dwa lata później było to ponad 90 tys. t, a w 2006 r. ponad 111 tys. t. W latach 2008–2009 produkcja krewetek w Meksyku przekroczyła 132 tys. t, a między 2010 a 2014 r. spadła do nieco powyżej 100 tys. t (Plan Maestro, Estado de Sinaloa, 2011; Comité Estatal de Sanidad Acuicola de Sinaloa, 2012).

Przewiduje się, że w 2017 r. produkcja krewetek w fermach stanów Sinaloa i Sonora, pomimo załamania produkcji spowodowanego plagą wirusa wywołującego syndrom przedwczesnej śmierci (Early Mortality Syndrome), który pojawił się w 2012 r. doprowadzając do 30–40% spadku wydajności hodowlanej, ponownie osiągnie wartość 87 tys. t. Analiza wykonana dla meksykańskiego Departamentu Żywności wskazuje, że roczny spadek produkcji krewetek

w latach 2010–2013 osiągnął wartość 3,5% i dotknął głównie stany Sonora i Sinaloa. Jednocześnie analiza przewiduje, że w latach 2016–2017 produkcja powróci do poziomu, odpowiednio: 36 i 51 tys. t surowca w tych dwóch stanach. Badania przeprowadzone na Uniwersytecie w Arizonie wykazały, że z powodu zakażenia wirusem Early Mortality Syndrome w latach 2012–2013 stany Sinaloa, Sonora i Nayarit straciły 1 mln t krewetek, a konsekwencją tych strat był spadek zatrudnienia z 7 tys. osób w 2012 do 2 tys. pracujących na fermach w 2013 r.

Opisane wyżej choroby wirusowe ograniczyły wielkość produkcji, ale nie przyczyniły się w znacznym stopniu do zmniejszenia powierzchni produkcyjnej, która wynosi obecnie w Meksyku blisko 90 tys. ha (Pérez, 2015).

Tabela 1. Krewetki z rodziny *Penaeidae* występujące w litoralu Meksyku i hodowane w tym kraju  
Table 1. *Penaeid shrimps found in the Mexican littoral and farmed in this country*

Występowanie <i>Distribution</i>	Gatunek <i>Species</i>
Ocean Spokojny <i>Pacific Ocean</i>	<i>Litopenaeus stylirostris</i> , Stimpson, 1874 (nazwany popularnie w języku hiszpańskim krewetką niebieską/ <i>popular Spanish name: blue shrimp</i> ), <i>Litopenaeus vannamei</i> , Boone, 1931 (nazywany popularnie w języku hiszpańskim krewetką białą/ <i>popular Spanish name: white shrimp</i> ), <i>Litopenaeus occidentalis</i> , Streets, 1871 (nazywany popularnie w języku hiszpańskim krewetką białą południową/ <i>popular Spanish name: southern white shrimp</i> ), <i>Farfantepenaeus californiensis</i> , Holmes, 1900 (nazywany popularnie w języku hiszpańskim krewetką kawową/ <i>popular Spanish name: café brown shrimp</i> ).
Zatoka Meksykańska <i>Gulf of Mexico</i>	<i>Litopenaeus setiferus</i> , Linnaeus, 1767 (nazywany popularnie w języku hiszpańskim krewetką białą/ <i>popular Spanish name: white shrimp</i> ), <i>Farfantepenaeus aztecus</i> Ives, 1891 (nazywany popularnie w języku hiszpańskim krewetką kawową/ <i>popular Spanish name: café brown shrimp</i> ), <i>Farfantepenaeus duorarum</i> , Burkenroad, 1939 (nazywany popularnie w języku hiszpańskim krewetką różową/ <i>popular Spanish name: pink shrimp</i> ), <i>Farfantepenaeus brasiliensis</i> , Latreille, 1817 (nazywany popularnie w języku hiszpańskim krewetką różową plamistą/ <i>popular Spanish name: pink spotted shrimp</i> ).

Źródło: Pérez-Farfante i Kensley (1997) – Source: Pérez-Farfante and Kensley (1997).

### Technologia produkcji

Różne poziomy zaawansowania technologicznego przyczyniły się do wyróżnienia czterech systemów hodowli krewetek w Meksyku, tj.: ekstensywny, półintensywny, intensywny oraz bardzo intensywny (tab. 2) (Ortega-Salas i Rendón, 2013), a różnice między nimi dotyczą przede

wszystkim gęstości obsady krewetek w przeliczeniu na 1 m<sup>3</sup> pojemności basenów hodowlanych, technologii wymiany wody, procentowej wielkości tej wymiany, rodzaju stosowanego żywienia, powierzchni produkcyjnej oraz uzyskanej wydajności (Arredondo, 1990).

Pierwsze trzy z wymienionych sys-

temów są stosowane powszechnie, począwszy od lat 90. XX w. aż do dnia dzisiejszego, szczególnie w rejonach charakteryzujących się największą produkcją, tj. w stanach Sinaloa, Sonora i Nayarit (FAO, 1991).

System bardzo intensywny, który został zapoczątkowany w latach 70. XX w. w stanie So-

nora i był stosowany także w USA oraz Japonii, charakteryzuje się obsadą osobników wahającą się między 2 a 6 mln szt., wymianą wody na poziomie 300% dziennie, intensywnym, zbilansowanym żywieniem, wykorzystaniem małych basenów i produktywnością sięgającą od 10 do 112 t/ha (Arredondo-Figueroa, 2002).

Tabela 2. Charakterystyka systemów hodowli krewetek w Meksyku  
Table 2. Characteristics of shrimp farming systems in Mexico

<b>Charakterystyka</b> <i>Characteristics</i>	<b>Ekstensywny</b> <i>Extensive</i>	<b>Półintensywny</b> <i>Semi-intensive</i>	<b>Intensywny</b> <i>Intensive</i>	<b>Bardzo intensywny</b> <i>Super intensive</i>
Obsada (szt./ha) <i>Stocking density</i> <i>(head/ha)</i>	1000–2000	20 000–50 000	50 000–250 000	2 000 000–6 000 000
Technologia wymiany wody <i>Water exchange technology</i>	woda morska i pompa <i>sea water and water pump</i>	woda morska i pompa <i>sea water and water pump</i>	woda morska i pompa oraz napowietrzanie <i>sea water, water pump and aeration</i>	pompa i napowietrzanie <i>water pump and aeration</i>
Wymiana wody (%/24 h) <i>Water exchange (%/24 h)</i>	0,1–5	5–10	50	300
Żywienie <i>Feeding</i>	nawozy naturalne, okazjonalnie żywienie zbilansowane <i>natural fertilizers, occasional balanced feeding</i>	nawozy organiczne i nieorganiczne, suplementacja żywienia <i>organic and inorganic fertilizers, supplemental feeding</i>	zbilansowane <i>balanced</i>	zbilansowane <i>balanced</i>
Powierzchnia produkcyjna (ha) <i>Production area (ha)</i>	1,5–300	5–100	0,3–5	0,1-0,3
Produkcja (kg/ha/rok) <i>Production (kg/ha/year)</i>	80–400	400–5000	5000–10 000	10 000–112 000

Źródło: Dane Działu Badań Naukowych i Technologicznych Uniwersytetu w Sonorze.

Source: Sonora University, Data from the Department of Scientific and Technological Research.

System ekstensywny to technologia, w której osobniki pierwszego stadium pośredniego (postlarwy) są odławiane ze swojego naturalnego środowiska w lipcu i sierpniu (wyjątek stanowią lata, w których aktywny jest „El niño”). Najczęściej do celów produkcyjnych są wyko-

rzystywane postlarwy należące do gatunku *Litopenaeus vannamei*. Średnia, wyjściowa masa ciała larwy obsadowej wynosi 0,37 g. Przed ich wpuszczeniem do basenów o betonowym dnie sporadycznie stosuje się 15-minutową aklimatyzację. W tym systemie gęstość obsady wyjściowej

stanowi 2–16 szt./m<sup>2</sup>, a ich dalsza przeżywalność – 57%, przy przyroście masy ciała wynoszącym średnio 0,55 g/tydzień. Cykl produkcyjny trwa 155 dni i pozwala na wyhodowanie dojrzałych krewetek o średniej masie 13,5 g, sprzedawanych w całości na rynku krajowym. Wydajność waha się między 13 i 500 kg/ha, przy średniej 157 kg/ha. Systemy ekstensywne wykorzystują ponadto zjawisko przyływów, pozwalające na naturalną wymianę wody w basenach o powierzchni sięgającej 300 ha, zlokalizowanych na wybrzeżu. Są one jedynie sporadycznie wspomagane systemem 1 lub 2 pomp hydraulicznych, które gwarantują wymianę wody zawierającej fito- i zooplankton oraz zawiesinę organiczną stanowiącą naturalne źródło pokarmu dla krewetek. Baseny do hodowli ekstensywnej wykorzystują także naturalną topografię terenu, a część z nich posiada kanały drenażowe, ułatwiające odławianie krewetek i odprowadzanie wody. Ponadto, w tego typu systemach nie wykorzystuje się żadnych zestawów pomiarowych, służących np. do określania parametrów fizykochemicznych wody czy innych zestawów laboratoryjnych. Baseny przed wypełnieniem wodą i zasiedleniem krewetkami muszą zostać całkowicie osuszone, co gwarantuje eliminację drapieżników i roślinności, mogących znacznie ograniczyć rozwój tych skorupiaków. Ważny jest także plan nawożenia tych basenów. Zaleca się nawożenie naturalne – obornikiem bydlęcym, świńskim, a nawet kurzym w ilości 200–450 kg/ha. Okazjonalnie, tuż przed odławianiem krewetek można zastosować także żywienie zbilansowane (Arredondo, 1990). Przykładem stosowania tego rodzaju systemu są baseny w stanie Sinaloa o powierzchni 184 i 70 ha. Ferma z basenem o powierzchni 70 ha posiada także 2 dodatkowe baseny do wstępnego podchowu o powierzchni 1,2 i 6,5 ha.

Pierwszy system półintensywnej hodowli krewetek zastosowano w 1972 r. w stanie Sinaloa, a następnie w stanie Nayarit. Były to pierwsze półintensywne ферmy komercyjne w Meksyku. Dynamiczny rozwój tego systemu hodowli nastąpił jednak w latach osiemdziesiątych, charakteryzując go 2 fazy chowu: wstępny i właściwy. Pierwszej fazie towarzyszy proces aklimatyzacji postlarw, a jego przebieg zależy od ich naturalnego lub laboratoryjnego pochodzenia. Jego celem

jest eliminacja stresu i nadmiernej śmiertelności krewetek; trwa on od kilku minut do nawet 2 godzin, po czym skorupiaki są wpuszczane do basenu zasiedlonego przez 30 do 400 szt./m<sup>2</sup>. Postlarwy w systemie półintensywnym osiągają średnio 0,85 g masy ciała w ciągu 45 dni chowu wstępnego, a po wspomnianym okresie są przenoszone do basenów, w których prowadzony jest właściwy chów towarowy.

Ta technologia produkcji wymaga codziennego zbilansowanego żywienia i zastosowania nawożenia zaraz po rozpoczęciu chowu wstępnego dawkami nawozów fosforowych i mocznika w odpowiednich proporcjach wagowych (Arredondo-Figueroa, 2002). Druga faza to przenoszenie podchowanych krewetek do basenów przeznaczonych do właściwego chowu towarowego przy zastosowaniu gęstości ich obsady na poziomie 40 szt./m<sup>2</sup>. Przed przeniesieniem do basenów towarowych juvenilne, podchowane krewetki wymagają jednak wcześniejszej aklimatyzacji trwającej od 50 minut do 6 godzin. Dalsza ich przeżywalność wynosi 58%, przy tygodniowym przyroście masy ciała wynoszącym 0,78 g. W tego rodzaju systemach stosuje się baseny o powierzchni od 5 do 15 ha, nawożone organicznie i nieorganicznie z zastosowaniem suplementacji i wymianą wody (Arredondo, 1990). Najnowszym przykładem zastosowania systemu półintensywnego są ферmy krewetek w stanie Sonora, łączące technologie produkcji postlarw w laboratorium z półintensywnymi i intensywnymi systemami chowu skorupiaków.

Pod koniec lat 80. XX w. w stanie Sonora ruszył pierwszy intensywny system produkcji gatunku *Litopenaeus stylirostris*. Aklimatyzacja larw trwa w nim średnio 10 godzin i podobnie jak w systemie półintensywnym zależy m.in. od zasolenia wody. Zagęszczenie skorupiaków po aklimatyzacji wynosi 60 szt./m<sup>2</sup>, przeżywalność finalna 34%, a przyrost masy ciała 0,7 g/tydzień. Zastosowane w tym systemie baseny mają niewielką powierzchnię, wynoszącą 1–2 ha. Zastosowane żywienie ma natomiast charakter zbilansowany – pokarm zawiera duże ilości białka i podawany jest 6 do 8 razy dziennie, co pozwala w końcowym etapie tego systemu produkcji odłowić od 50 do 250 tys. szt./ha (Arredondo-Figueroa, 2002).

### Hodowla larw w laboratoriach

W drugiej dekadzie XXI w. w Meksyku działały 34 laboratoria produkujące larwy krewetek (López-Elías i in., 2013). Spośród nich 22 były zlokalizowane w stanie Sinaloa (Comité Estatal de Sanidad Acuícola de Sinaloa, 2012; Secretaría de Pesca, 2000).

W produkcji laboratoryjnej dominują larwy gatunków: *Litopenaeus vannamei*, *Litopenaeus stylirostris*, *Litopenaeus setiferus* i *Farfantepenaeus duorarum*. Pierwsze próby pozyskania larw w warunkach laboratoryjnych u krewetek z rodziny *Penaeidae* przeprowadził w 1934 r. Fujinaga, wykorzystując w swoich badaniach gatunek *Penaeus japonicus* (*Marsupenaeus japonicus*) (Hudinaga, 1942). W 1970 r. w laboratorium zdołano osiągnąć dojrzałość samic krewetek po ablacji z gatunku *Litopenaeus duorarum* oraz bez zabiegu ablacji z gatunku *Penaeus latisulcatus* (Caillouet, 1972; Shokita, 1970). Począwszy od lat 70. XX w. do dziś udało się uzyskać dojrzałość u 23 gatunków krewetek z rodziny *Penaeidae*, spośród których 14 złożyło jaja (Arredondo-Figueroa, 2002).

Obecnie badania laboratoryjne dotyczące rozrodu tych skorupiaków skupiają się na zagadnieniu dojrzałości samic krewetek, obejmując klasyfikację jajników *in vivo* oraz opisując rozwój oocytów i komórek pęcherzykowych. Ponadto, koncentrują się na 3 podstawowych problemach: systemie hormonalnym, żywieniu i środowisku hodowlanym tych skorupiaków (Adiyodi i Adiyodi, 1970; Lawrence i in., 1980; Carrillo i in., 2000; Manual de Buenas Prácticas, 2003). W tym celu bada się m.in. hormony odpowiedzialne za rozmnażanie i usuwa szypułkowe oczy skorupiaków. To właśnie w nich znajduje się narząd zwany organem X, regulujący proces reprodukcyjny, a technika resekcji oczu zwana jest techniką ablacji. Badania dotyczą także żywienia charakterystycznego dla poszczególnych gatunków hodowlanych i czynników fizykochemicznych, jak: fotoperiodyzm, temperatura wody, zasolenie i pH (Treece, 2000).

Techniki produkcji postlarw w warunkach laboratoryjnych obejmują różne etapy rozwoju skorupiaków, tj. dojrzewanie gonad, kopulację, składanie jaj, wylęg oraz rozwój larw i tworzą 3 modele reprodukcyjne realizowane

w warunkach kontrolowanych. Pierwszy z nich, tradycyjny, polega na odławianiu reproduktorów na otwartym oceanie oraz ich selekcji przeprowadzanej w oparciu o rozwój jajników (IV stadium dojrzałości) i występowanie spermatoforów. Model ten daje możliwość odłowienia w wybranym okresie bardzo dużej ilości reproduktorów. Drugi model polega na odłowieniu dorosłych samic, które charakteryzują się różnym poziomem rozwoju jajników i wymagają wstępnego okresu przystosowawczego przed osiągnięciem dojrzałości płciowej. Trzeci model pozwala natomiast na wykorzystanie reproduktorów, które osiągnęły IV stadium rozwoju gonad, są zapłodnione i pochodzą z basenów, w których jest realizowany chów fermowy (Arredondo-Figueroa, 2002). W systemie tradycyjnym, popularnym w Japonii, dojrzałe samice odławia się w okresie od kwietnia do lipca i przenosi do betonowych basenów o powierzchni od 50 do 200 m<sup>2</sup>, w których woda osiąga temperaturę 26–28°C, przy temperaturze zewnętrznej wynoszącej 18–22°C. Tak zastosowana stymulacja termiczna pozwala na uzyskanie jaj w pierwszym i drugim dniu od odłowienia osobników. Każda samica w tym systemie składa średnio 400 tys. jaj, z których około 50% to jaja, z których wykluwają się larwy. Na południowym wschodzie Azji reprodukcja samic krewetek z gatunku *Penaeus monodon* jest stymulowana temperaturowo lub za pośrednictwem obustronnej ablacji oczu. W tym regionie geograficznym pojawiają się problemy dotyczące jakości jaj uzyskanych od osobników hodowlanych, ich liczby oraz procentu wylęgu. Z kolei, samice w naturalnym morskim środowisku dojrzewają bez problemów i tuż przed złożeniem jaj są przenoszone do 200-litrowych okrągłych basenów wykonanych z włókna szklanego, a procent wylęgu osiąga wartość 30% larw typu nauplius (Arredondo-Figueroa, 2002). Krewetki gatunków *Litopenaeus stylirostris* i *Litopenaeus vannamei* hodowane w Ameryce Środkowej i Ameryce Południowej rozmnażają się wyłącznie w warunkach hodowlanych, a *Litopenaeus stylirostris* nie wymaga żadnych zabiegów manipulacyjnych, natomiast *Litopenaeus vannamei* w pewnym okresie roku jest poddawany ablacji oczu. Oba gatunki znoszą od 50 000 do 250 000 jaj (Chamberlain i Gervais, 1984).

Spośród opisanych technologii w ho-

dowlach meksykańskich są wykorzystywane trzy systemy: japoński, Galvestone i system łączący technologię francuską, panamską i ekwadorską. Podstawowym gatunkiem hodowlanym pozostaje *Litopenaeus vannamei*. W chowie krewetek powszechne jest stosowanie żywienia zbilansowanego w postaci granulatu (Carrillo i in., 2000; Valenzuela-Quiñonez i in., 2010, 2012).

### Podsumowanie

Meksyk, obok Ekwadoru jest liderem produkcji krewetek na kontynencie amerykańskim. To wynik blisko pięćdziesięciu lat doświadczenia hodowlanego i trzydziestu intensywnego rozwoju ferm hodowlanych w tym kraju. Mimo

wciąż obecnych problemów niskiej wydajności produkcji w poszczególnych regionach czy niedociągnięć konstrukcyjnych i technologicznych infrastruktury hodowlanej kraj ten dysponuje ogromnym potencjałem rozwoju akwakultury, który poprzez wdrożenie odpowiednich mechanizmów i narzędzi powinien stać się impulsem stymulującym rozwój tej dziedziny (Chim i in., 2000; Ardjosoediro i Bourns, 2009). Warunkiem jest uwzględnienie przez wspomniane mechanizmy zrównoważonego rozwoju przy zastosowaniu odpowiednich narzędzi, które ograniczą zanieczyszczenie lagun na wybrzeżu i postępującą degradację środowiska naturalnego (Secretaría de Pesca, 2000; Muñoz i in., 2011).

### Literatura

- Adiyodi K.G., Adiyodi R.G. (1970). Endocrine control of reproduction in decapod crustacea. *Biol. Rev.*, 45: 121–165.
- Ardjosoediro I., Bourns N. (2009). Fisheries in Mexico's upper gulf of California. A rapid analysis of the shrimp value chain, alternatives and potential to protect livelihoods and biodiversity, pp. 1–47.
- Arredondo F.J.L. (1990). Análisis del cultivo de camarón en México, al término de 1989, pp. 77–104. In: De la Lanza E.G., Arredondo F.J.L. (comps). *La acuicultura en México: de los conceptos a la producción*. Instituto de Biología, UNAM, México, D.F.
- Arredondo-Figueroa J.L. (2002). El cultivo de camarón en México, actualidades y perspectivas. *Contactos*, 43: 41–54.
- Caillouet C.W. (1972). Ovarian maturation induced by eyestalk ablation in pink shrimp *Penaeus duorarum* (Burkenroad). *Proc. World Mariculture Society*, 3: 205–225.
- Carrillo O., Vega-Villasante F., Nolasco H., Gallardo N. (2000). Aditivos alimentarios como estimuladores del crecimiento de camarón, pp. 90–101. In: Cruz-Suárez L.E., Ricque-Marie D., Tapia-Salazar M., Olvera-Novoa M.A., Civera-Cerecedo R. (eds). *Avances en Nutrición Acuicola V. Memorias del V Simposium Internacional de Nutrición Acuicola*, 19–22 denoviembre, 2000. Mérida, Yucatán, México.
- Chamberlain G.W., Gervais N.V. (1984). Comparison of unilateral eyestalk ablation with environmental control for ovarian maturation of *P. stylirostris*. *Proc. World Mariculture Society*, 15: 29–30.
- Chim L., Lucien Brun H., Le Moullac G. (2000). Marine shrimp farming. *Fisheries and aquaculture – Vol. IV*, p. 15–25.
- Comité Estatal de Sanidad Acuicola de Sinaloa (2012). Sinaloa líder de producción de camarón de cultivo en México, pp. 18–24.
- Diario Oficial de la Federación (2000). Carta Nacional Pesquera. Instituto Nacional de la Pesca, SEMARNAP, México, D.F. Lunes 28 de Agosto (segunda, tercera y cuarta sección).
- FAO (1991). Diagnóstico integral de las granjas camaroneras en el estado de Sinaloa.
- FAO (2008). Fishstat report.
- Figueroa J.R. (2004). Buenas Prácticas de Manejo para el Cultivo de Camarón. Capítulo 3. Acuicultura en Sinaloa: Aspectos Institucionales y normativa; aspectos productivos, impacto ambiental, y impacto social. Presentación al Taller de Revisión del Estudio Relaciones entre Acuicultura y Salud Humana, pp. 1–38.
- Gámez E.P., De la Lanza E.G. (1992). Análisis del estado de la camaronicultura en México, hasta el año de 1991. 1. Edición. México, D.F. p. 48.
- Hudinaga M. (1942). Reproduction, development and rearing of *Penaeus japonicus* Bate. *Jap. J. Zool.*, 10, pp. 305–393.



- Jorry D.E. (1999). Shrimp whitespot virus in the western hemisphere. *Aquaculture Magazine*, May/June, 25 (3): 79–83.
- Juárez P.J.R., Palomo M.G. (1985). *Acuicultura. Bases biológicas del cultivo de organismos acuáticos*. C.N.E.B. Ed. Continental, S.A. de C.V., México, D.F. p. 95.
- Lawrence A.L., Akamine Y., Middleditch B.S., Chamberlain G., Hutchins D. (1980). Maturation and reproduction of *P. setiferus* in captivity. *Proc. World Mariculture Society*, 11: 481–487.
- Linder M.J., Cook S. (1970). Synopsis of biological data on white shrimp *Penaeus setiferus* (Linnaeus) 1767. *FAO Fish. Rep.* 57 (4): 1439–1469.
- López-Elías J.A., de la Luz Nevárez-Pineli M., Aguirre-Hinojoza E., Martínez-Córdova L.R., Valdez-Holguin J.E. (2013). Estudio económico de laboratorios de producción de larvas de *Litopenaeus vannamei* (Camarón blanco). *Biotecnia*, XV (1): 19–24.
- Lumare F. (1988). *Penaeus japonicus*: Biologia e allevamento. In: *Penaeus japonicus*: Biologia e Sperimentazione (Alexandra G. Coordinadora). E.S.A.V. entre Suiilupo Agricolo Veneto, Italy, p. 267.
- Manual de Buenas Prácticas de Producción Acuícola de Camarón para la Inocuidad Alimentaria (2003). Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, A.C. Unidad Mazatlán en Acuicultura y Manejo Ambiental y el Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria, SAGARPA, pp. 7–67.
- Muñoz P., Menanteau L., Escobedo D. (2011). Changes in land use and their impact on the coastal zone in northern Sinaloa (Gulf of California, Mexico). *Coastal Process II*, pp. 77–86.
- Ortega-Salas A.A., Rendón L.A.M. (2013). Hyper-intensive farming white shrimp *Litopenaeus vannamei* (Decapoda: Penaeidae) in a seawater tank under semi-controlled conditions. *Cuadernos de Investigación UNED*, 5 (1): 69–74.
- Pérez U.M. (2015). Producción de camarón se recupera del síndrome de muerte temprana. *La Jornada*, 32, p. 36.
- Pérez-Farfante I. Kensley B. (1997). Penaeoid and sergestoid shrimps and prawns of the world. Keys and diagnoses for the families and genera. *Memories du Museum National D'Historie Naturelle*, Paris, France, p. 233.
- Plan Maestro del Comité Sistema Producto Camarón de Cultivo en el Estado de Sinaloa (2011), pp.1–169.
- Primavera J.H. (1984). Seed production and the prawn industry in Philippines, pp. 33–35. In: *Prawn industry development in the Philippines*. SEAFDEC Aquaculture Department, Philippines.
- Rodríguez de la Cruz M.C. (1988). *Manual de técnicas para la operación de granjas camaroneras*. Secretaría de Pesca, México, D.F. p. 85.
- Rodríguez M.F., Reprieto G.F. (1984). El cultivo del camarón azul *Penaeus stylirostris*. *CICTUS*, Sonora, México, p. 126.
- Secretaría de Pesca, Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y Alimentación (2000). FI:MEX/87/018. Documento de Campo. Mazatlán, Sinaloa, p. 240.
- SEMARNAP. Anuario Estadístico de Pesca (1998). Secretaría del Medio Ambiente Recursos Naturales y Pesca. México, D.F.
- SEMARNAP. Anuario Estadístico de Pesca (1999). Secretaría del Medio Ambiente Recursos Naturales y Pesca. México, D.F.
- Shokita S. (1970). A note on the development of eggs and larvae of *P. latisulcatus* Kishinouye reared in aquarium. *Biol. Mag. Okinawa*, 6: 34–36.
- Treece D.G. (2000). Shrimp maturation and spawning. *UJNR Technical Report*, 28: 121–133.
- Valenzuela-Quiñonez W., Rodríguez-Quiroz G., Esparza-Leal H.M. (2010). Cultivo intensivo de camarón blanco *Litopenaeus vannamei* (boone) en agua de pozo de baja salinidad como alternativa acuícola para zonas de alta marginación. *Ra Ximhai*, 6, 1: 1–8.
- Valenzuela-Quiñonez W., Esparza-Leal H.M., Nava-Pérez E., Rodríguez Quiroz G. (2012). El cultivo de camarón en agua de baja salinidad con alimento a base de harina de lombriz. *Ra Ximhai*, septiembre-diciembre, año, 8, 3: 131–136.

## SHRIMP FARMING IN MEXICO

### Summary

Mexico alongside Ecuador is the leading producer of shrimp and prawn on the American continent. This is the result of an almost fifty-year farming experience and thirty years of the rapid development of breeding farms in this country. Despite the current low production efficiency problem in different regions and the structural and technological shortcomings of breeding infrastructure, Mexico has great potential to develop aquaculture, which through the implementation of appropriate mechanisms and tools should provide a strong impulse for this area to develop. This is conditional on including sustainable development while using the appropriate tools to reduce the pollution of coastal lagoons and the ongoing environmental degradation.

**Key words:** shrimp farming, Mexico, environmental concerns

Fot. w art.: E. Herbut



Fot. internet